Evaluation des ressources forestières 1990

Pays tropicaux

112

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

M-30
ISBN 92-5-203390-4

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, mise en mémoire dans un système de recherche documentaire ni transmise sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit: électronique, mécanique, par photocopie ou autre, sans autorisation préalable du détenteur des droits d'auteur. Toute demande d'autorisation devra être adressée au Directeur de la Division des publications, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie, et comporter des indications précises relatives à l'objet et à l'étendue de la reproduction.

© FAO 1995

PRÉFACE

Le défrichement et la dégradation des forêts, visibles dans le monde suscitent une inquiétude grandissante auprès des gouvernements, du grand public et de la communauté internationale. En consacrant une grande partie de ses débats et de ses décisions aux questions de conservation et de mise en valeur des forêts, la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED, Rio, juin 1992) a fait amplement ressortir cette inquiétude jamais autant ressentie pour le sort des forêts de notre planète.

Toutefois, quelqu'en soit le niveau local ou mondial, aucune décision judicieuse, aucune mesure importante concernant l'aménagement des forêts ne peut être prise sans des informations fiables sur leur état et les changements qu'elles subissent au fil des ans. Ces informations sont indispensables quel que soit l'objectif de l'aménagement forestier: production de bois de feu au niveau local, production de bois d'oeuvre pour l'exportation, conservation de la diversité biologique ou atténuation des changements climatiques au niveau mondial. Ainsi, au chapitre 11 du programme d'action 21 de la CNUED intitulé "Lutte contre le déboisement", l'évaluation et l'observation systématique des ressources forestières constituent un élément clé de l'un des quatre domaines d'action.

Dans le cadre de son mandat, la FAO a entrepris des évaluations périodiques des ressources forestières mondiales, dont la première remonte à près de 50 ans, en 1946, et la dernière à 1980. L'évaluation des ressources forestières mondiales de 1990 s'appuie sur l'étude de 1980. Elle se compose de trois éléments: a) l'évaluation pour les pays tropicaux qui est présentée dans ce rapport; b) l'évaluation des ressources forestières des pays industrialisés, effectuée et publiée récemment conjointement par la FAO et la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe; et c) l'évaluation pour les pays en développement non tropicaux qui sera publiée au début de 1994.

Le présent rapport fournit des informations détaillées sur l'état actuel des forêts tropicales, entre autres sur la déforestation et l'aménagement, la conservation et la mise en valeur de leurs ressources. On y aborde pour la première fois des questions liées à la dégradation des forêts et à la perte de biomasse et de diversité biologique. Une nouvelle méthodologie a été mise au point pour une estimation plus précise des changements. Elle repose essentiellement sur la capacité d'analyser des données sur les ressources forestières sous la forme de séries chronologiques. A cette fin, on a utilisé aussi bien les données fournies par les pays membres que les nouvelles données obtenues par des images satellite (télédétection).

Les classifications et les définitions utilisées dans les inventaires forestiers diffèrent souvent d'un pays à l'autre, étant donné qu'elles doivent répondre à des besoins nationaux ou locaux spécifiques. Pour arriver à une classification, à une date de référence et à un format communs, il a fallu réorganiser les données originales fournies par les pays. Toutefois, il y a lieu de souligner que les résultats normalisés par pays contenus dans ce rapport international ont pour seul but de donner un tableau général cohérent; ils ne sauraient remplacer les statistiques originales nationales qui restent une source de référence unique.

L'évaluation de 1990 a constitué une activité clé au titre du Programme ordinaire de la FAO, réalisée avec une aide importante des pays donateurs. Sa réalisation a été possible grâce à la coopération de tous les pays qui sont cités ici, et grâce aux contributions techniques fournies par un grand nombre d'instituts scientifiques et de personnes. Ce rapport témoigne également du dévouement du personnel affecté au Projet d'évaluation des ressources forestières 1990.

La présente évaluation a pour but de satisfaire au besoin urgent d'informations des décideurs, de la communauté scientifique et du grand public. Toutefois, ce travail a mis en lumière certaines lacunes dans les connaissances et la nécessité d'améliorer la capacité des pays d'effectuer l'évaluation de leurs propres ressources forestières. La FAO entend approfondir ces aspects dans l'avenir et faire de l'évaluation un processus continu et adaptable.

C.H. Murray
Sous-Directeur général
Département des forêts

REMERCIEMENTS

Le Projet d'évaluation des ressources forestières de 1990 a reçu le soutien des Gouvernements de la Finlande, de la France, de l'Italie, des Pays-Bas, de la Suède et de la Suisse par le biais d'un fonds fiduciaire multi-donateurs. Les contributions majeures en nature ont été apportées par l'Université suédoise des sciences agronomiques, le Service forestier du Département de l'agriculture des Etats-Unis (USDA) et le Centre mondial de surveillance de la conservation (Cambridge, Royaume-Uni). L'assistance en personnel a été assurée par le Programme des cadres associés des pays suivants: Allemagne, Belgique, Etats-Unis, Pays-Bas et Suède. Les pays membres ont contribué en envoyant des informations originales, en coopérant à l'interprétation des données obtenues par télédétection et en révisant les compilations faites par la FAO. L'évaluation a été effectuée sous la direction du Dr. K. D. Singh à la FAO, à Rome. L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture tient à remercier tous ceux qui ont participé à la mise en oeuvre du Projet par des informations, des conseils, des services ou des fonds.

TABLE DES MATIÈRES

		Page
PRÉFACE		**iv**
TABLEAUX ET FIGURES		**vii**
SIGLES ET ACRONYMES		**ix**
RÉSUMÉ		**x**
Chapitre I GENERALITES		**1**
1	Introduction	1
2	Objectifs de l'évaluation	2
3	Mise en oeuvre du Projet	3
Chapitre II ETUDES PREPARATOIRES		**5**
1	Examen des informations existantes	5
2	Examen des techniques d'évaluation	6
Chapitre III METHODOLOGIE		**9**
1	Etat du couvert forestier et évaluation des changements	9
2	Etat de la biomasse forestière et évaluation des changements	14
3	Etude de la déforestation et de la dégradation des forêts à l'aide de données satellite à haute résolution	17
4	Evaluation du morcellement des forêts à l'aide de données satellite à faible résolution	22
Chapitre IV RESULTATS DE L'EVALUATION		**24**
1	Etat du couvert forestier et évaluation des changements	24
2	Etat de la biomasse forestière et évaluation des changements	31
3	Processus de déforestation et de dégradation des forêts	33
4	Morcellement des forêts	42
Chapitre V ETUDES SPECIALES		**48**
1	Aménagement forestier à des fins de conservation	50
2	Aménagement forestier à des fins de production de bois	51
3	Plantations forestières	56
BIBLIOGRAPHIE		
Annexe 1	**Tableaux par pays**	
Annexe 2	**Résumé des rapports techniques et des documents de terrain**	
Annexe 3	**Equipe chargée du projet**	
Annexe 4	**Réseau du Projet**	
Annexe 5	**Correspondants par pays**	

TABLEAUX ET FIGURES

Tableaux

		Page
1	Etat de l'inventaire forestier dans les pays tropicaux à la fin de 1990	5
2	Répartition des unités d'échantillonnage par région et erreur-type prévue	18
3	Observations utilisées pour l'évaluation de la situation et des changements	24
4	Estimations des surfaces forestières et du taux de déforestation par sous-région géographique	25
5	Comparaison entre l'évaluation FAO/PNUE de 1980 et l'évaluation FAO de 1990	26
6	Estimations des surfaces forestières et du taux de déforestation par grande zone écologique	26
7	Estimations indicatives de la perte en espèces parmi les végétaux supérieurs en raison de la déforestation	31
8	Etat de la biomasse forestière et perte annuelle due à la déforestation	32
9	Densité de la biomasse potentielle et réelle pour les forêts de l'Asie tropicale par zone écologique	33
10	Matrice d'ensemble pour la région Afrique basée sur les 31 échantillons	34
11	Changements dans les surfaces forestières par zone écologique - Afrique tropicale	39
12	Erreurs-type initiales et actuelles prévues pour les estimations du couvert forestier	42
13	Statistiques relatives à la partie périphérique et à la partie centrale de la forêt - Etat d'Acre	45
14	Statistiques relatives à la partie périphérique et à la partie centrale de la forêt - Etat de Rondonia	46
15	Rapport partie périphérique/partie centrale - Etats d'Acre et de Rondonia, Brésil	47
16	Relation entre le rapport partie périphérique/partie centrale de la forêt et la déforestation	47
17	Etendue des forêts juridiquement classées sous les tropiques, par fonction (fin 1990)	49
18	Nombre et étendue des aires de conservation dans les secteurs forestiers, de la faune sauvage et les autres secteurs	50
19	Estimations de l'intensité d'exploitation et des surfaces exploitées par an en forêt dense feuillue	53
20	Surfaces rapportées/surfaces nettes de plantations forestières sous les tropiques en 1990	58
21	Estimations des surfaces occupées par les principales essences	60

Figures Page

1 Objectifs et résultats de l'évaluation des ressources forestières 1990 2
2 Etat du couvert forestier et évaluation des changements (sur la base de données existantes fiables) 9
3 Exemple de courbes du modèle pour différentes zones écologiques 12
4 Plan d'échantillonnage continu des ressources forestières pour l'ensemble des tropiques 19
5 Exemple de résultats de types spatial et statistique 20
6 Zones forestières sous les tropiques 27
7 Couvert forestier actuel par zone écologique 28
8 Taux de couvert forestier par rapport à la densité de population par formation forestière 30
9 Rapports nombre d'essences végétales/surface - 86 pays 30
10 Changements du couvert végétal, Afrique: 1981-1990 36
11 Changements dans la couverture de la forêt dense, Afrique: 1981-1990 36
12 Changements dans le couvert forestier continu, Afrique: 1981-1990 37
13 Changements dans le couvert forestier continu par grande zone écologique, Afrique: 1981-1990 39
14 Changements dans le couvert forestier tropical mondial par grande zone écologique: 1981-1990 40
15 Changements dans le couvert forestier par grande zone écologique: 1981-1990 41
16 Afrique de l'Ouest: carte des forêts à partir des images NOAA 43
17 Comparaison morcellement/déforestation, Afrique de l'Ouest 44
18 Acre: carte des forêts à partir des images NOAA 45
19 Rondonia: carte des forêts à partir des images NOAA 46
20 Tendance dans la production moyenne annuelle de bois d'oeuvre feuillu 53
21 Surfaces estimées de forêts denses feuillues tropicales exploitées chaque année 54
22 Taux de déforestation et de reboisement annuels pour la période 1981-1990, par région 59

SIGLES ET ACRONYMES

AVHRR	Radiomètre avancé à très haute résolution
BIBLIO	Bibliography Documentation Programme
CEE	Commission économique des Nations Unies pour l'Europe
CNUED	Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (Rio de Janeiro, Brésil, juin 1992)
CTPD	Coopération technique entre pays en développement
ECR	Rapport partie périphérique/partie centrale de la forêt
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FINNIDA	Département finlandais pour la coopération internationale au développement
FORIS 1990	Système d'information sur les ressources forestières 1990
FRA 1990	Projet d'évaluation des ressources forestières 1990
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente y dos Recursos Naturais Renovaveis (Brésil)
ICIV	Institut de la Carte Internationale de la Végétation (Toulouse, France)
IGADD	Autorité intergouvernementale pour la lutte contre la sécheresse et pour le développement (Afrique de l'Est)
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Brésil)
LANDSAT MSS/TM	LANDSAT Satellite Multi-spectral Scanner/Thematic Mapper
NASA	National Aeronautics and Space Administration (Etats-Unis)
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration (Etats-Unis)
OIBT	Organisation internationale des bois tropicaux
PAFT	Programme d'action forestier tropical
PAI	Indice périmètre-surface
PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
PNUE-GRID	Programme des Nations Unies pour l'environnement - Base de données sur les ressources mondiales
SIG	Système(s) d'information géographique
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources (Alliance mondiale pour la nature)
USDA	Département de l'agriculture des Etats-Unis
USGS/EROS	United States Geological Survey/Earth Resources Observation Satellite (Etats-Unis)
WCMC	Centre mondial de surveillance de la conservation
ZEF	Zone Ecofloristique

RÉSUMÉ

Les principaux objectifs de la présente évaluation étaient: i) de fournir des données fiables et cohérentes au niveau mondial sur l'état des forêts tropicales en 1990 et sur les taux de changement dans la période 1981-1990 et ii) d'étudier les processus de déforestation et de dégradation forestière et leurs conséquences pour l'environnement.

L'évaluation qui couvre 90 pays a été réalisée en deux phases. L'information de type statistique sur les surfaces du couvert forestier, les volumes sur pied, l'aménagement, la conservation et l'utilisation des forêts a d'abord été compilée et introduite dans une base de données. L'information de type spatial sur la couverture végétale, les zones écologiques et les limites administratives au niveau sous-national a été reprise, apurée et intégrée avec les données statistiques dans un système d'information géographique. Les données ainsi recueillies ont été utilisées pour élaborer un modèle décrivant la déforestation, et estimer la surface de la couverture forestière à la fin de 1990 et les taux de changement pour la période 1981-1990.

A cela s'est ajoutée une évaluation des surfaces forestières tropicales sur la base de l'interprétation d'un échantillon au niveau mondial de 117 couples d'images satellite à haute résolution pour la même zone (images proches de l'année 1980 et de l'année 1990 respectivement). Les résultats de l'interprétation ont été assemblés sous la forme de matrices de transferts en utilisant une procédure standard. Ces données ont été analysées pour acquérir une connaissance approfondie par sous-région géographique et par zone écologique des processus de déforestation et de dégradation des forêts aux emplacements échantillons. On donne comme exemple les résultats obtenus pour l'Afrique.

La **couverture forestière tropicale mondiale** était de 1 756 millions d'ha à la fin de 1990 et de 1 910 millions d'ha à la fin de 1980 (ce dernier chiffre remplace l'estimation précédente de 1 935 millions d'ha fournie par le projet FAO/PNUE d'évaluation des ressources forestières tropicales de 1980). Ainsi, la déforestation moyenne annuelle durant les années 80 s'élève à 15,4 millions d'ha (0,8 pour-cent en taux composé annuel de déforestation). La région Amérique latine/Caraïbes possédait en 1990 la plus grande superficie de l'ensemble des forêts tropicales (918 millions d'ha, soit 52 pour-cent du total), suivie de l'Afrique (528 millions d'ha, soit 30 pour-cent du total), et de l'Asie/Pacifique (311 millions d'ha, soit 18 pour-cent du total). La déforestation annuelle par région pour la période 1981-90 a été égale à: Amérique latine et Caraïbes, 7,4 millions d'ha (0,8 pour-cent); Asie et Pacifique, 3,9 millions d'ha (1,2 pour-cent); et Afrique, 4,1 millions d'ha (0,7 pour-cent).

Les formations forestières de basse altitude couvraient en 1990, 1 544 millions d'ha (88 pour-cent du total de la surface forestière tropicale) et celles de colline et de montagne 204 millions d'ha (12 pour-cent). Les forêts tropicales ombrophiles et sempervirentes constituaient la majeure partie des forêts de basse altitude (718 millions d'ha, ou 41 pour-cent), suivies des forêts humides décidues (587 millions d'ha, ou 33 pour-cent) et des forêts des zones sèches et très sèches (238 millions d'ha, ou 14 pour-cent). Les 8 millions d'ha de forêt restante étaient dispersés dans la zone "non forestière". La déforestation annuelle pendant la période 1981-90 par zone écologique a été de 4,6 millions d'ha (0,6 pour-cent) pour les forêts ombrophiles et sempervirentes, de 6,1 millions

d'ha (1,0 pour-cent) pour les forêts humides décidues, de 2,2 millions d'ha (0,9 pour-cent) pour les forêts des zones sèches et très sèches, et de 2,5 millions d'ha pour les forêts de montagne (1,1 pour-cent).

Si l'on compare la surface forestière à la surface des terres pour chaque zone écologique, il ressort que 76 pour cent de la zone des forêts ombrophiles et sempervirentes sont encore couverts de forêts. Comme on peut s'y attendre, le pourcentage du couvert forestier diminue quand la sécheresse augmente et les différences sont très nettes: 46 pour-cent sont boisés dans la zone à formations humides décidues, 30 pour-cent dans les zones à formations sèches décidues et 19 pour-cent dans les zones sèches et arides mises ensemble. On peut cependant supposer que dans la zone aride, la surface forestière originale était considérablement inférieure à 100 pour-cent de la surface totale des terres. Cela contraste avec les zones des forêts ombrophiles et sempervirentes et les zones à formations humides décidues où la surface forestière originale était proche de 100 pour-cent.

De 1961 à 1990, on a observé que la superficie exploitée pour la production de bois d'oeuvre feuillu dans les trois régions tropicales avait tendance à augmenter régulièrement, mais peu de progrès semblent avoir été faits quant à l'aménagement durable des forêts naturelles.

Les résultats de l'évaluation indiquent par ailleurs que 14 pour-cent de la surface des terres sont mis de côté dans la zone tropicale à des fins de conservation, dont 3,8 pour-cent mis sous protection totale.

La surface totale des plantations forestières dans les pays tropicaux, telle qu'elle résulte des rapports nationaux, était de 43,9 millions d'ha à la fin de 1990, correspondant à une surface nette effective de 30,7 millions d'ha (c'est-à-dire 70 pour-cent). Entre 1981 et 1990, la surface brute a augmenté en moyenne de 2,6 millions d'ha et la surface nette de 1,8 million d'ha. Ainsi, la surface plantée nette par an a représenté environ 12 pour-cent de la surface déboisée chaque année.

Les études spéciales effectuées par le Projet montrent que le morcellement des forêts ainsi que la perte de biomasse et de diversité biologique sont des processus importants associés à la déforestation et à la dégradation des forêts sous les tropiques.

Le travail réalisé a montré clairement que la grande majorité des pays tropicaux avaient une capacité institutionnelle insuffisante pour collecter et analyser de façon continue les données sur les forêts. Cette conclusion a été soulignée par la CNUED et justifie que "la création et/ou le renforcement des capacités pour la planification, l'évaluation et l'observation systématique des forêts" figure comme un domaine d'action à part entière dans son programme "Action 21".

Chapitre I

GENERALITES

1. INTRODUCTION

Depuis la première Conférence des Nations Unies sur l'environnement tenue à Stockholm en 1972, les forêts en général, et les forêts tropicales en particulier, font l'objet d'une attention croissante de la part de la communauté internationale. Un grand pas en avant a été fait à la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED) qui s'est déroulée à Rio de Janeiro (1992) et qui a consacré à la conservation et à la mise en valeur des forêts un chapitre entier de son programme "Action 21" intitulé "Lutte contre le déboisement", et a adopté la "Déclaration de principes, non juridiquement contraignante mais faisant autorité, pour un consensus mondial sur la gestion, la conservation et l'exploitation écologiquement viable de tous les types de forêts".

Ce sont surtout les informations publiées sur le taux de déforestation qui ont suscité cette inquiétude au sujet de l'état actuel des forêts tropicales. A ce propos, les décideurs, la communauté scientifique et le grand public ont posé des questions. Quelle est la superficie des forêts tropicales restantes? Quel est le rythme du déboisement? Y-a-t-il une accélération ou au contraire un ralentissement de ce phénomène? Quelles en sont les causes? Quels en sont les effets aux plans écologique, économique et social? et ainsi de suite.

L'évaluation FAO/PNUE des ressources forestières tropicales achevée en 1982 a donné une réponse à quelques-unes de ces questions. Toutefois, avec le temps, les chiffres sont devenus périmés alors que l'inquiétude croîssait. De nouvelles questions ont été soulevées, différentes de celles des années 80: des questions sur les changements climatiques, la perte de diversité biologique, etc., qui ont exigé des estimations plus précises et de nouveaux types d'information. Les forêts pourraient être productrices ou consommatrices de carbone selon qu'il y a eu ou non un accroissement de la biomasse forestière, question étroitement liée à la déforestation dans les pays tropicaux. La perte de diversité biologique et la dégradation des terres ont posé d'autres problèmes pour lesquels il n'existait ni méthode d'évaluation ni données fiables.

Ces questions appellent à une nouvelle série d'évaluations au niveau mondial. Pour estimer le taux de déforestation, la méthodologie doit répondre à cinq exigences:

la base de données utilisée doit être vérifiable et les procédures d'évaluation objectives;

la technique employée doit avoir une base statistique et indiquer non seulement des valeurs moyennes mais aussi leur limite de confiance (par exemple, le taux de déforestation moyen et l'erreur-type);

iii) la méthode doit fournir des estimations homogènes et comparables dans le temps, car la déforestation est un processus dynamique;

iv) l'approche doit tenir compte des causes et des effets de la déforestation, car ceux-ci sont devenus des questions importantes étant donné la préoccupation de la communauté

mondiale sur l'effet possible du déboisement et de la dégradation des forêts sur le cycle du carbone, la perte de diversité biologique, la dégradation des terres, etc.;

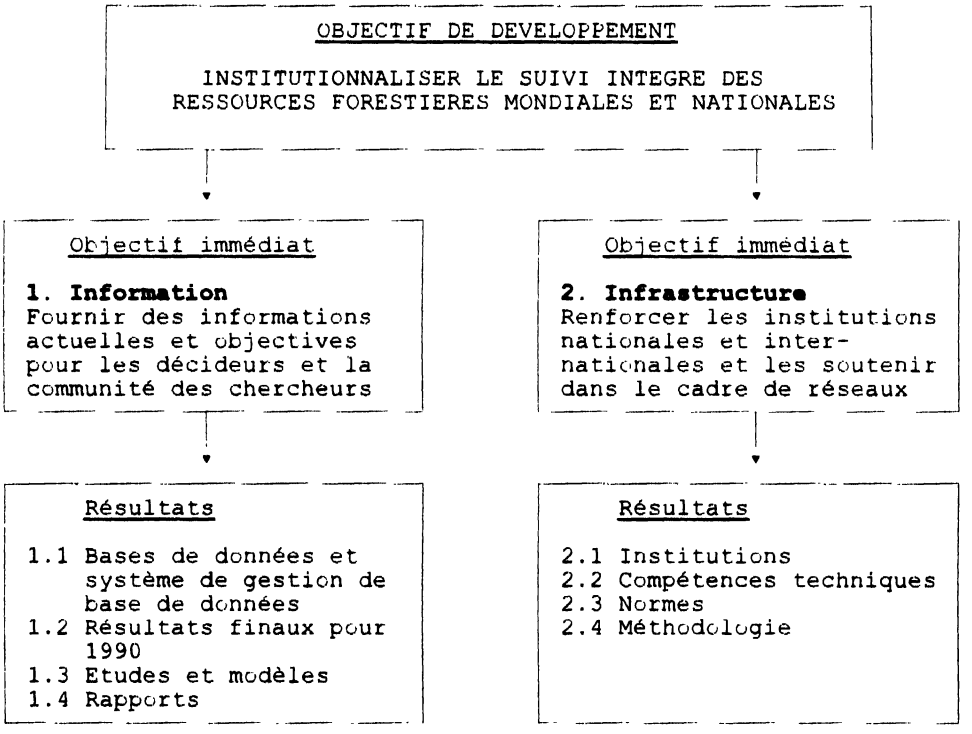
v) il faut que la méthodologie soit facile à transférer dans les pays membres. Cela aiderait à élaborer des programmes rationnels pour l'évaluation des ressources forestières au niveau national dont pourraient bénéficier les évaluations réalisées à l'échelon mondial.

Comme il ressort de ce qui précède, l'évaluation devait être faite sur une base rationnelle au plan statistique, non seulement pour fournir des résultats fiables, mais aussi pour **fournir une série chronologique d'estimations** bien précises, et contribuer à la **connaissance du processus** de déforestation. On notera que l'homogénéité et la continuité de l'évaluation implique une **continuité des institutions** aux niveaux mondial et national.

2. OBJECTIFS DE L'EVALUATION

La figure 1 présente schématiquement les objectifs de développement et les objectifs immédiats de l'évaluation avec les résultats attendus.

Figure 1
Objectifs et résultats de l'évaluation des ressources forestières 1990



Les objectifs de développement de l'évaluation des ressources forestières 1990 étaient les suivants:

i) aider les pays membres et la communauté internationale à revoir les politiques, à encourager la coopération et à prendre les mesures appropriées pour la conservation, la mise en valeur et la gestion des ressources forestières tropicales;

ii) appuyer des études aux niveaux régional et international nécessitant des informations sur les ressources forestières nationales sous une forme commune et harmonisée;

iii) créer des capacités nationales pour l'évaluation périodique et le suivi des ressources forestières.

Les objectifs immédiats consistaient à:

i) effectuer une évaluation des ressources forestières tropicales pour l'année de référence 1990, et une estimation des changements survenus entre 1981 et 1990;
ii) préparer des cartes de végétation et de zones éco-floristiques, et y intégrer des données socio-économiques, la carte des sols de la FAO et la carte des zones protégées de l'UICN/WCMC, sous la forme d'un Système d'information géographique (SIG);
iii) étudier l'impact sur l'environnement de la déforestation et de la dégradation forestière sous les tropiques;
iv) diffuser la base de données et la méthodologie d'évaluation aux institutions nationales et internationales.

Les objectifs i) and ii) concernent l'établissement d'une **base d'information**; l'objectif iii) consiste en l'établissement d'une **base de connaissance** sur la déforestation; et l'objectif iv) en la construction d'une **base institutionnelle** au niveau national pour les évaluations actuelles et futures.

3. MISE EN OEUVRE DU PROJET

La huitième session du Comité des forêts (COFO) tenue à Rome du 21 au 25 avril 1986, a recommandé à la FAO de "renforcer encore son programme de collecte, d'évaluation et de diffusion des informations portant sur les ressources forestières et la valorisation de ces ressources" (paragraphe 14) et "de mettre à jour les informations sur le déboisement des forêts tropicales afin de fournir des données de base fiables" (paragraphe 45). Ces recommandations du COFO ont été approuvées par le Conseil de la FAO à sa dix-neuvième session à Rome en novembre 1986.

En 1987, le Département des forêts de la FAO a commencé à préparer la nouvelle évaluation. Une Consultation d'experts sur l'évaluation des ressources forestières mondiales FAO/CEE/Finlande s'est tenue à Kotka, Finlande, en octobre 1987. Quarante experts y ont pris part; 20 provenant de pays en développement et 20 de pays développés, formant un groupe représentatif. Le groupe a identifié quatre grands domaines sur lesquels devrait porter l'évaluation:

i) estimation de l'état actuel du couvert forestier et de ses taux de changement;
ii) estimation du volume et de la biomasse;
iii) informations sur l'aménagement forestier, l'exploitation, les plantations forestières, etc;
iv) création d'une base de données SIG dans le but d'évaluer les incidences sur l'environnement et les services rendus par les forêts.

Le Département des forêts de la FAO, en réponse aux recommandations de ses organes statutaires, a préparé un document-cadre pour la réalisation d'une nouvelle série d'évaluations des ressources forestières mondiales pour mettre à jour l'évaluation de 1980 et en soumettre une partie aux donateurs qui pourraient envisager de la financer. La proposition comporte trois éléments, dont l'évaluation de i) la zone tropicale; ii) la zone sub-tropicale; et enfin iii) une synthèse globale. Les données relatives aux forêts tempérées et boréales devaient être fournies par la Division mixte CEE/FAO de l'agriculture et du bois, à Genève. Les données concernant les

composantes tropicales et sub-tropicales devaient être fournies par le Département des forêts de la FAO, à Rome.

La composante tropicale de l'évaluation des ressources forestières 1990 (appelée ci-après le Projet) est devenue opérationnelle le 1er mars 1989 avec le premier financement de la Suède, des Pays-Bas et de la France. Par la suite, deux études spéciales y ont été ajoutées: application de la télédétection financée par la Finlande et du SIG financé par la Suisse. La Suède a donné une deuxième contribution pour soutenir la recherche, la formation et le transfert de technologie, les Etats-Unis ont fourni une aide pour le SIG et la formation, et l'Italie pour le renforcement de la base de données de l'Autorité intergouvernementale pour la lutte contre la sécheresse et pour le développement (IGADD, sous-région Afrique).

Outre les fonds fiduciaires multi-donateurs, une aide a été fournie — par le biais du Programme des cadres associés — par les gouvernements de la Belgique (2 fonctionnaires), de l'Allemagne (1), des Pays-Bas (1), de la Suède (2) et des Etats-Unis d'Amérique (1).

Des accords de jumelage ont été passés avec un certain nombre d'universités et d'instituts de recherche dans les pays en développement et développés dans le but d'entreprendre des activités de recherche en commun. Des contacts étroits ont été établis et maintenus avec la communauté scientifique, notamment avec le groupe de l'inventaire forestier et celui de la biométrie de l'Union internationale des instituts de recherches forestières (IUFRO).

Pour la collecte des données et les études de télédétection, on a identifié des centres régionaux et sous-régionaux où travaillent des spécialistes des inventaires justifiant d'une bonne expérience. Avec leur concours, on a organisé des stages de formation régionaux en Asie, en Afrique et en Amérique latine.

Les gouvernements de soixante pays tropicaux ont établi des centres de coordination nationaux pour les contacts et l'échange d'informations. Ainsi, des bases solides ont été jetées pour les évaluations mondiales futures.

Une consultation d'experts a été organisée en mai 1990 à laquelle ont été invités douze experts pour examiner un certain nombre de problèmes techniques et de questions de fond liés à l'évaluation des ressources forestières en cours. La consultation a donné au Projet des conseils précieux.

Un examen approfondi du Projet et de sa phase de suivi a été effectuée du 4 au 15 avril 1992 en consultation avec les donateurs. Cette analyse a débouché sur une évaluation des objectifs, des réalisations et des propositions de suivi du Projet.

La série actuelle d'évaluations s'est terminée le 31 octobre 1992 et des résumés par pays ont été envoyés aux gouvernements membres intéressés pour observations; presque tous les pays ont répondu. Les observations ont été examinées et incorporées de façon appropriée dans le rapport. Enfin, les résultats du projet ont été présentés à la onzième session du Comité des forêts (COFO) qui s'est tenue à Rome du 8 au 12 mars 1993. Le Comité "s'est félicité du rapport sur l'évaluation des ressources forestières 1990". Il a souligné "l'importance fondamentale de l'évaluation continue des ressources forestières" et du "renforcement des capacités nationales", qui permet de disposer des informations nécessaires à la formulation et à l'exécution des plans et stratégies pour la conservation et le développement des forêts aux niveaux national et international.

Chapitre II

ETUDES PREPARATOIRES

1. EXAMEN DES INFORMATIONS EXISTANTES

Les données nationales, disponibles sous la forme de tableaux statistiques ou de cartes, ont été la principale source d'information pour l'évaluation mondiale des ressources forestières, ainsi que le facteur qui a déterminé sa qualité et son contenu. Jusqu'alors, une enquête forestière mondiale n'avait jamais été entreprise sur la base d'un plan statistique. Le Projet a donc procédé à un examen de l'état actuel des inventaires forestiers nationaux.

Tableau 1
Etat de l'inventaire forestier dans les pays tropicaux à la fin de 1990

Région	Nombre de pays avec évaluation	Nombre de pays avec des données nationales sur les ressources forestières							
		Informations sur les surfaces forestières *(nombre d'évaluations et années de référence)*				Autres éléments étudiés			
		Aucune évaluation	Une évaluation		Plus d'une évaluation	Aménagement forestier et conservation	Plantations forestières	Volume et biomasse	Exploitation forestière et utilisation
			Avant 1981	*1981-1990*					
Afrique	40	3	23	12	2	4	8	2	4
Asie et Pacifique	17	0	1	6	10	10	8	7	7
Amérique latine et Caraïbes	33	0	15	9	9	11	8	9	4
TOTAL	**90**	**3**	**39**	**27**	**21**	**25**	**24**	**18**	**15**

Source: Base de données FORIS

Les résultats de l'examen de l'état actuel des inventaires forestiers nationaux peuvent être résumés comme suit:

- il y a de grandes variations dans le degré d'exhaustivité et la qualité de l'information entre les régions. La qualité des informations concernant l'Asie tropicale est supérieure à celle des informations relatives à l'Amérique tropicale qui sont elles-mêmes meilleures que celles relatives à l'Afrique tropicale;
- il y a également de grandes variations dans l'actualité de l'information. Les données datent en moyenne de 10 ans, ce qui peut donner lieu à des distorsions dans l'évaluation des changements;
- certains pays ont effectué plus d'une évaluation. Toutefois, ils n'ont pas utilisé de techniques appropriées, comme l'inventaire forestier continu (CFI) pour l'évaluation des changements;

- seuls quelques pays disposent d'estimations fiables sur la plantation, l'exploitation et l'utilisation, bien que ces estimations soient essentielles pour la planification et la prise de décision concernant les forêts au niveau national;
- aucun pays n'a effectué un inventaire forestier national contenant des informations pouvant servir à produire des estimations fiables du volume total de biomasse forestière et de son évolution;
- il est peu probable que les informations concernant l'état et l'évolution de la couverture forestière et de la biomasse puissent être disponibles sur une base fiable au plan statistique aux niveaux régional ou mondial avant dix ou vingt ans, à moins qu'un effort concerté ne soit fait pour renforcer les capacités nationales en matière d'inventaire et de suivi forestiers.

Ces résultats confirment que l'évaluation des ressources forestières est un des aspects les plus négligés de l'aménagement, de la conservation et de la mise en valeur des forêts dans les pays tropicaux.

2. EXAMEN DES TECHNIQUES D'EVALUATION

Deux grandes techniques d'évaluation au niveau mondial ont été essayées jusqu'ici s'appuyant sur les données nationales: i) un questionnaire et ii) une évaluation centralisée. La technique du questionnaire a commencé à être utilisée en 1946, puis abandonnée en 1965 du fait que beaucoup de questions restaient sans réponse ou que les réponses étaient incorrectes. La première évaluation centralisée a donc été entreprise avec le Projet d'évaluation des ressources forestières tropicales FAO/PNUE (1980) en recueillant les données nationales existantes auprès de sources très diverses au siège de la FAO, à Rome, en les harmonisant au plan du concept et du mesurage, et en ajustant les résultats à l'année de référence 1980 par une approche empirique.

La Consultation d'experts tenue à Kotka, Finlande, en 1987, a recommandé que le Projet actuel adopte la même approche que l'évaluation FAO/PNUE de 1980 pour estimer la superficie forestière à la fin de 1990 et estimer ensuite les changements advenus en calculant la différence entre les chiffres de 1990 et ceux de 1980. Toutefois, les premiers résultats du Projet ont montré clairement que cette approche ne convient pas pour estimer les changements, car l'estimation obtenue a une forte variance, étant la somme de la variance des estimations de 1980 et de 1990 selon la loi de propagation des erreurs. Les remarques ci-après aideront à mieux comprendre ce point.

On notera qu'à l'époque où l'évaluation FAO/PNUE 1980 a été faite:

- les informations sur le couvert forestier de l'ensemble d'un pays n'étaient disponibles que pour 23 pays. Pour remédier à cette situation, le Projet FAO/PNUE a procédé à une évaluation de la surface pour 13 pays en interprétant les images Landsat MSS au 1/1 000 000ème.
- les informations par pays remontaient pour la plupart à bien avant l'année de l'évaluation mondiale — 1980 —; il fallait donc extrapoler pour ramener les données nationales à une date de référence commune;
- très peu de pays avaient effectué plus d'une évaluation du couvert forestier. Par conséquent, la seule façon d'adapter les résultats à l'année de référence était de recourir à une méthode empirique.

Pour l'évaluation FAO 1990, la situation était la suivante:

- tous les pays (sauf trois en Afrique) possédaient une estimation du couvert forestier faite de 1970 à 1990, principalement à l'aide de la télédétection;
- les variations dans la date des données nationales posaient encore un gros problème. On a constaté que la date des données nationales disponibles pour l'évaluation de 1990 est en moyenne proche de 1980;
- dix-neuf pays avaient procédé à plus d'une évaluation du couvert forestier;
- il y a eu des progrès technologiques importants, notamment dans le domaine du SIG, de la télédétection et de la modélisation.

Un autre inconvénient associé à la méthode recommandée initialement résidait dans le fait que la moins précise des deux évaluations est le déterminant de la variance de l'estimation. Par conséquent, l'étendue, l'actualité et la fiabilité meilleures des données nationales pour la période 1980-1990 n'auraient eu que peu ou pas du tout d'effet sur la précision des estimations du changement.

Propagation des erreurs dans l'estimation des changements tirée d'études indépendantes

Si f_1 et f_2 sont les estimations des surfaces du couvert forestier à deux dates différentes, ici 1980 et 1990 respectivement; $V(f_1)$ et $V(f_2)$ les variances respectives, et si les deux évaluations sont **effectuées indépendamment**, alors le changement est estimé par $(f_1 - f_2)$ et sa variance par:

$$V(f_1 - f_2) = V(f_1) + V(f_2)$$

La formule ci-dessus montre clairement que la variance de l'estimation du changement est déterminée simultanément par la variance des deux évaluations qui la constituent. Si l'une des deux a une valeur faible et l'autre une valeur élevée, la variance de la différence sera forte, indépendamment de la faible valeur de la première.

Au chapitre 1, on a mentionné le fait que la communauté internationale attendait beaucoup de l'évaluation des ressources forestières 1990, alors que l'examen de l'état actuel de l'inventaire forestier faisait ressortir des lacunes importantes dans la réalisation d'une évaluation mondiale fondée sur des données nationales. Il s'agissait donc d'obtenir les résultats attendus en tirant le meilleur parti possible des données disponibles, des techniques appropriées et des nouvelles technologies (télédétection, systèmes d'information géographique, gestion de bases de données informatisées et techniques de modélisation). Le Projet, avec l'aide des institutions coopérantes, a tenté de mettre au point une méthode pouvant satisfaire aux nombreuses exigences énumérées précédemment. Les outils et techniques étudiés et appliqués ont les caractéristiques suivantes:

i) utilisation d'un système de gestion de bases de données facilitant le stockage, la recherche, l'analyse et la mise à jour des informations;

ii) adoption d'une technique de modélisation pour estimer la déforestation de manière objective;

iii) emploi de variables auxiliaires, de nature dynamique, par exemple la densité de population et la croissance démographique, pour lesquelles des données sont déjà disponibles, et qui figurent parmi les causes principales de la déforestation;

iv) réduction de la dimension de l'unité d'évaluation qui passe du niveau national au niveau sous-national qui est plus homogène du point de vue écologique et démographique;

v) recours à des techniques permettant de réduire la variance pendant l'estimation, telles que la stratification des unités sous-nationales par critères écologiques;

vi) utilisation de données satellite à haute résolution multi-dates pour estimer les changements d'une manière objective et statistiquement valable.

Dispositif de l'inventaire forestier continu

En utilisant le concept d'inventaire forestier continu (CFI), il est possible de réduire sensiblement la marge d'erreur. Dans ce type de dispositif, les données originales des enquêtes à deux dates différentes ne sont pas analysées indépendamment, mais de manière interdépendante. En supposant un dispositif dans lequel toutes les unités sont mesurées à deux dates, la marge d'erreur associée au changement aura la valeur suivante:

$$V(f_1 - f_2) = V(f_1) + V(f_2) - 2\,Cov(f_1, f_2)$$

où $V(f_1)$ et $V(f_2)$ sont des variances des observations du couvert forestier sur la même unité de surface à deux dates et $Cov(f_1,f_2)$ est la co-variance entre elles. Si $V(f_1) = V(f_2)$ et $Cov(f_1,f_2) = 0.8\ V(f_1)$, qui sont des hypothèses raisonnables, la variance de la différence dans le cas d'une évaluation interdépendante sera seulement le cinquième de celle associée aux évaluations indépendantes.

Partant des concepts ci-dessus, le Projet a créé et mis en oeuvre un dispositif comportant les deux phases suivantes:

i) une approche basée sur l'utilisation de modèle utilisant les informations nationales existantes à la fois sous la forme de tableaux et sous une forme spatiale (par exemple, sous la forme de cartes). Cette technique peu coûteuse est rentable et fournit de bonnes estimations par pays, mais ne peut répondre complètement aux cinq exigences mentionnées au premier chapitre, particulièrement aux niveaux régional et mondial;

ii) une approche "inventaire" utilisant des données satellite à haute résolution multi-dates. Cette technique répond assez bien aux cinq exigences énumérées à la section 1 du chapitre I se rapportant aux niveaux régional et mondial.

Les deux phases sont intégrées dans un cadre conceptuel statistique. Le chapitre suivant présentera la méthodologie et les principaux résultats des deux phases.

Chapitre III

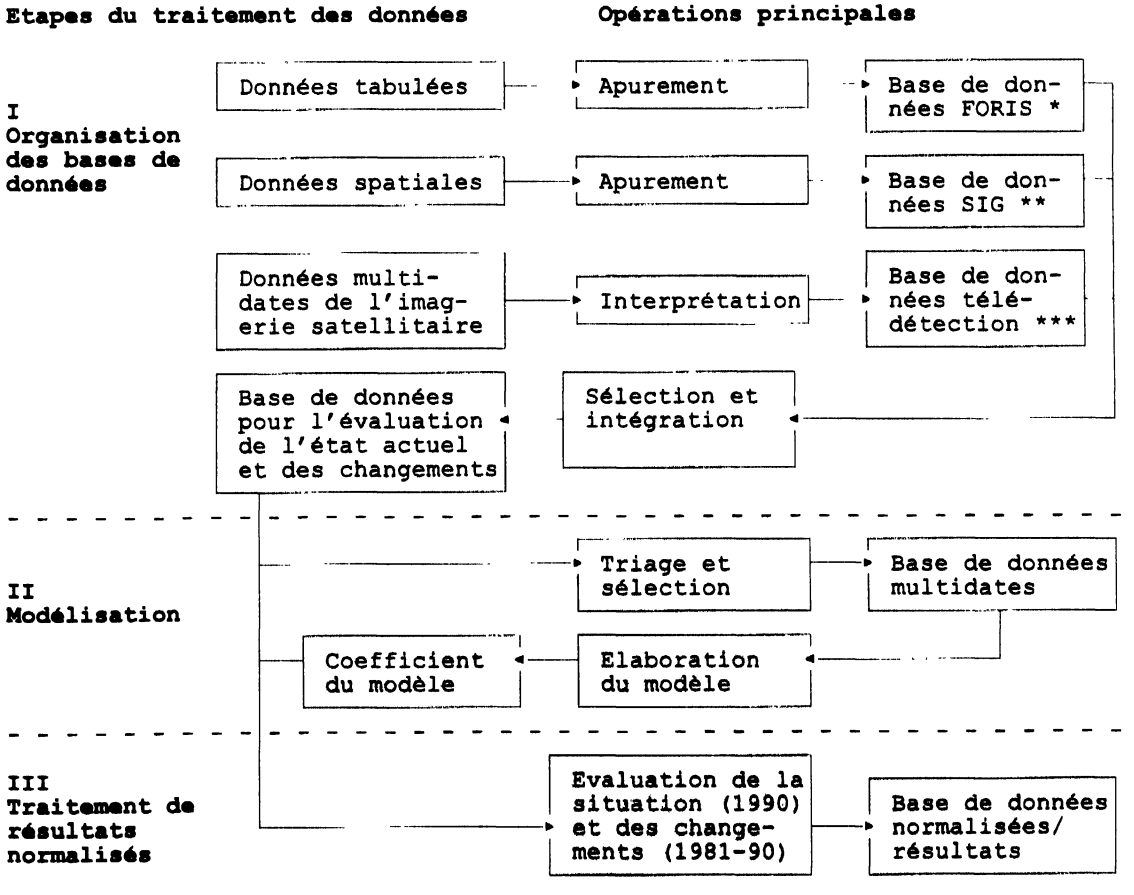
METHODOLOGIE

1. ETAT DU COUVERT FORESTIER ET EVALUATION DES CHANGEMENTS

La technique d'évaluation est présentée sous la forme d'un organigramme à la figure 2. Elle comporte trois étapes: i) création d'une base de données informatisée; ii) élaboration d'un modèle de déforestation (ou d'une fonction d'ajustement); iii) calcul des résultats pour les années de référence.

Figure 2
Etat du couvert forestier et évaluation des changements
(sur la base de données existantes fiables)

Objectifs: Produire des données normalisées relatives à:
- la couverture forestière en 1990
- le taux de déforestation pour la période 1981-1990



voir notes * à la page suivante

* FORIS est l'acronyme pour le système de base de données sur les ressources forestières. Il s'agit d'une base de données informatisée permettant la saisie et la mise à jour des informations relatives aux ressources forestières nationales/sous-nationales.

** SIG est l'acronyme pour le Système d'information géographique utilisé pour la saisie de données spatiales/cartographiques et les données statistiques pertinentes.

*** Les données multidates obtenues par des techniques de télédétection ont été utilisées dans le modèle concernant la région Afrique car les données existantes ont été jugées inadéquates.

1.1 Etablissement d'une base de données

Les données compilées par le Projet sont de deux types:

i) **Données tabulées** comprenant des données sur les ressources forestières, des données sur la population et des données socio-économiques au niveau sous-national (province, Etat).

Les *directives pour l'évaluation basée sur les données existantes* ont été préparées dans les trois langues officielles de la FAO, pour la compilation des statistiques nationales et leur présentation dans un cadre commun de concepts et de classifications. Les rapports nationaux ont été revus et les informations fiables ont été extraites, apurées et enregistrées dans la base de données du projet en utilisant les normes fixées dans le manuel. Cette base de données a pour acronyme FORIS, (Système d'information sur les ressources forestières).

Terminologie

Les forêts sont définies comme des écosystèmes où la densité minimale du couvert d'arbres et/ou de bambous est de 10 pour-cent, généralement associés à une flore et une faune sauvages et à des sols l'état naturel.

La déforestation correspond à une "conversion des terres forestières à d'autres usages avec réduction du couvert forestier à une densité inférieure à 10 pour cent". La dégradation correspond à des changements qui influent négativement sur le peuplement ou le site, en réduisant, en particulier, la capacité de production. Par conséquent, la dégradation n'est pas incluse dans les estimations de déforestation.

FORIS est une base de données ainsi qu'un système de gestion de bases de données. Il fonctionne sur une base PC avec le logiciel dBASE IV™. La saisie des données ne comporte pas de difficultés pour l'utilisateur. Un minimum de connaissances informatiques est nécessaire pour saisir, modifier et imprimer les données. FORIS est un système utile pour les planificateurs et les chercheurs.

Données cartographiques, concernant les types de végétation, les zones éco-floristiques et les frontières nationales et sous-nationales.

Réalisant que la déforestation est un processus spécifique localisé engendré, entre autres choses, par la pression démographique et les conditions du milieu (notamment la

capacité de charge de population de la zone), des paramètres écologiques et démographiques ont été inclus dans la base de données sous la forme d'un Système d'information géographique (SIG). Dès le début, il est apparu que le SIG était essentiel pour le maniement de données statistiques et spatiales issues de différentes sources, sous différents formats et sous différentes projections. Cela explique l'attention particulière accordée par le Projet à la mise au point du SIG.

Entre temps, d'autres données spatiales sont venues s'ajouter au Projet SIG, dont la grille du Système de coordonnées mondiales LANDSAT 4.5, la biomasse potentielle mondiale et forestière, les précipitations et les biotempératures annuelles moyennes, la topographie, les aires protégées et la carte de végétation obtenue par images satellite NOAA/AVHRR (pour quelques régions).

1.2 Modèle de déforestation

Les données sur la couverture forestière incluses dans FORIS se réfèrent à différentes périodes et doivent être rapportées aux années de référence 1980 et 1990. Ceci a été fait à l'aide d'un modèle de déforestation (ou une fonction d'ajustement de la surface forestière) qui rattache le changement de couverture forestière au temps et à d'autres variables telles que la densité de population et le taux de croissance démographique pour la période correspondante. La couverture forestière initiale et la zone écologique sont prises en considération. Pour l'élaboration du modèle, seules les données multi-temporelles au niveau sous-national sont utilisées et la fonction est exprimée sous la forme d'une équation différentielle.

Modèle de déforestation

Le modèle est présenté sous la forme d'une équation différentielle:

$$\frac{dY}{dP} = b_1 * Y^{b_2} - b_3 * Y$$

où:

Y est le pourcentage de la surface non boisée d'une unité sous-nationale calculée de la manière suivante:
Y = 100 * (Surface totale - Surface boisée)/(Surface totale);

P = ln(1 + densité de la population), la densité de population étant exprimée en habitants par kilomètre carré (ln est le logarithme népérien);

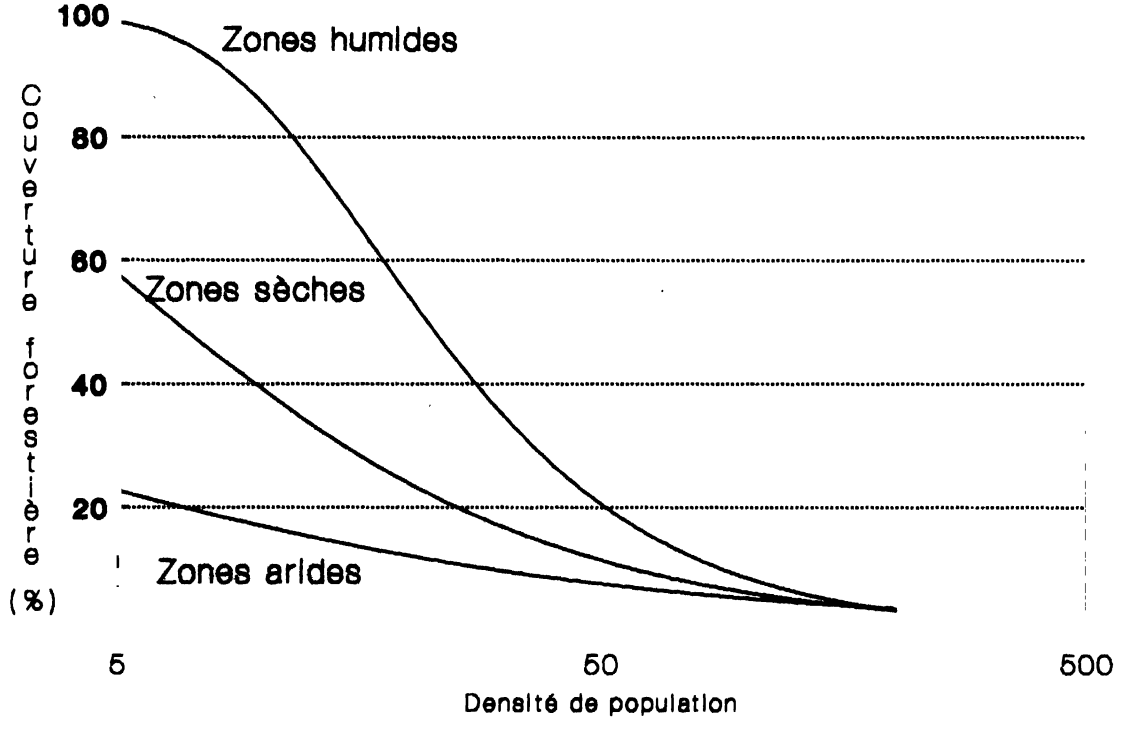
dY/dP est la dérivée de Y par rapport à P;

b_1, b_2 et b_3 sont les paramètres du modèle.

Le modèle interprète les interactions homme/forêt comme un processus de croissance biologique. Il est admis, en effet, que la déforestation, comme tous les processus de ce genre, augmente plutôt lentement dans un premier temps, progresse beaucoup plus rapidement aux étapes intermédiaires puis ralentit aux étapes finales (voir Figure 3).

On a validé le modèle à l'aide d'une série de 16 observations non utilisées pour son élaboration, pour lequel on disposait de deux ou trois estimations fiables du couvert forestier. La différence moyenne entre les changements observés et les changements prévus était ± 10,6 pour-cent. La distribution résiduelle, malgré quelques fortes déviations pour certaines unités sous-nationales, était très symétrique sans signe de biais.

Figure 3
Exemple de courbes du modèle pour différentes zones écologiques



1.3 Evaluation par région géographique

La base de données FORIS, conjointement avec le modèle, sert à: i) ajuster les données sur la surface du couvert forestier des unités sous-nationales à l'année de référence standard 1990; et ii) fournir des estimations des changements de la surface du couvert forestier durant la période 1981-1990. A ces fins, les données de l'inventaire forestier le plus récent d'une unité nationale/sous-nationale servent de base, et la superficie du couvert forestier en 1980 et 1990 (résultats normalisés) est calculée différemment suivant les trois cas ci-après:

i) disponibilité d'inventaires forestiers multi-dates fiables; dans ce cas, les informations multi-dates déjà disponibles servent à calibrer le modèle général avec le paramètre

"local" b_1. Le modèle qui en résulte est ensuite appliqué pour le calcul des résultats normalisés. C'est le cas optimal;

ii) disponibilité d'un inventaire forestier fiable à une seule date; dans ce cas, les résultats normalisés sont calculés à l'aide du modèle général;

iii) aucun inventaire forestier fiable disponible; dans ce cas, les données de base de la surface du couvert forestier sont estimées à l'aide des cartes de végétation calibrées disponibles dans le Système d'information géographique (SIG) du Projet et sont ensuite employées dans la procédure de modélisation décrite dans l'option ii).

Les valeurs estimées au niveau sous-national sont regroupées aux niveaux national, régional et mondial. Compte tenu de la loi de propagation des erreurs, les estimations au niveau mondial seront plus précises que celles effectuées au niveau sous-régional; et les estimations au niveau sous-régional seront plus précises que celles faites aux niveaux national et sous-national.

Pour chaque option, on a mis au point des procédures pour intégrer les données FORIS et SIG afin de calculer les paramètres du modèle pour chaque unité (sous-nationale dans la majorité des cas) et d'obtenir la superficie forestière en 1980 et 1990 comme résultat normalisé.

Le modèle s'est avéré être un outil valable et souple pour estimer la déforestation au niveau mondial et pour corréler les changements du couvert forestier aux variables démographiques et écologiques. Etant donné que l'on dispose de très peu de données multi-dates fiables, le modèle est très utile pour l'évaluation des ressources forestières mondiales.

Dans le système actuel d'évaluation, la mise à jour des résultats est un processus pratiquement continu. Il est possible de mettre à jour la base de données FORIS et les paramètres du modèle de déforestation au fur et à mesure que des données nationales supplémentaires deviennent disponibles. L'adjonction de nouvelles données dans FORIS améliorera la fiabilité des paramètres du modèle ainsi que la précision des estimations pour le pays et, par suite, la précision des estimations à l'échelon régional et mondial.

1.4 Evaluation par région écologique

Les conséquences de la déforestation et de la dégradation des forêts pour l'environnement sont déterminées à la fois par le type et l'ampleur des activités humaines ainsi que par les conditions écologiques des zones forestières concernées. Le Projet en a tenu compte pour élaborer un nouveau système d'évaluation mondiale dans lequel les rapports sur l'état actuel des forêts et les changements en cours sont faits autant par région geographique qu'écologique. Comme on le montrera plus loin, cela permet en particulier l'étude sur la perte de diversité biologique par région écologique.

Les régions écologiques sont définies à l'aide de paramètres écologiques: climatiques, physiographiques et édaphiques. Les limites bioclimatiques sont déterminées sur la base des précipitations annuelles moyennes, des paramètres caractérisant le régime des pluies, notamment la durée de la saison sèche, de l'humidité et de la température relatives. La topographie, les sols et les caractéristiques phénologiques du couvert servent à faire une nouvelle subdivision des zones bioclimatiques. Dans les types écologiques ainsi définis, on distingue des sous-types (ou

zones éco-floristiques) sur la base des espèces ligneuses dominantes ou caractéristiques, en prenant en compte leur relation à des faciès dans la succession.

Ainsi, pour chaque zone éco-floristique, il est possible de définir les types de végétation qu'elle contient. Les classes de végétation se distinguent principalement par des critères physionomiques pouvant être vus dans des documents de terrain et de télédétection, tels que la densité, la continuité du couvert végétal, la hauteur, etc. . . La dénomination des formations (les forêts denses, les forêts secondaires, les forêts claires, les fourrés, les savanes, etc.) est tirée de la classification de Yangambi (1956) et de l'Unesco (1973). Ces formations sont à leur tour subdivisées sur la base de la densité, et vont des types ligneux les plus denses aux plus ouverts. Cela reflète les différents échelons des séries régressives ou, dans de très rares cas, la tendance évolutive de la végétation à l'intérieur d'une zone.

On a dressé des cartes des zones éco-floristiques et des types de végétation en appliquant la même méthode pour toutes les régions, mais elles ont des légendes distinctes. Des cartes séparées existent pour l'Afrique, l'Asie du Sud et du Sud-Est continentales et l'Amérique du sud.

1.5 Risques de perte de la diversité biologique due à la déforestation

On a procédé à un examen de la documentation disponible en vue d'organiser les connaissances théoriques sur l'estimation de la diversité biologique associée aux forêts de différentes types et de différentes tailles. Cet examen suggère, comme cela est bien connu, que a) la répartition des essences est comparable à l'intérieur des forêts se trouvant dans des régions écologiques similaires et b) dans un type de région écologique donné, le nombre des essences (ou encore la richesse en essences) augmente avec la surface forestière.

Les principales étapes suivies pour estimer la richesse en essences et le risque de perte de celles-ci du fait de la déforestation ont été les suivantes:

i) compilation des données sur la richesse en espèces provenant des inventaires forestiers, où une identification des essences a été effectuée sur une base fiable et détermination d'une relation nombre d'essences-surface par grande région écologique;
ii) estimation du couvert forestier actuel (1990) et sa réduction depuis 1981 par région écologique.
iii) estimation de la perte de richesse des essences due à la déforestation.

2. ETAT DE LA BIOMASSE FORESTIERE ET EVALUATION DES CHANGEMENTS

L'évaluation de la biomasse forestière (par unité de surface et pour toutes les régions forestières) est une étape utile pour quantifier l'ensemble des ressources disponibles pour différentes utilisations dont le bois d'oeuvre, le combustible et le fourrage.

Définition de la biomasse

Par biomasse, on entend la quantité totale de matière organique aérienne présente dans les arbres (feuilles, brindilles, branches, tronc principal et écorce), exprimée soit en tonnes de matière sèche par hectare (appelée densité de biomasse), soit en tonnes de matière sèche par pays, région, etc. (appelée biomasse totale). Pour la plupart des forêts, cela ne comprend que la biomasse des arbres de plus de 10 cm de diamètre; cependant pour les forêts de faible hauteur telles que celles des zones sèches ou les forêts dégradées, le diamètre minimum peut être inférieur à 5 cm. En outre, d'autres composantes de la forêt telles que les palmiers et les bambous ne sont incluses que lorsqu'elles constituent une partie importante de la forêt et ont une utilisation locale non négligeable. Sont exclus 1) le sous-bois (sauf s'il est important localement, voir plus haut) qui représente généralement moins de 5 pourcent de la densité de biomasse aérienne, 2) la petite litière du parterre forestier, et 3) le bois mort au sol ou sur pied.

La connaissance de la biomasse forestière est devenue très importante pour les études relatives aux changements à l'échelle planétaire. Elle permet d'estimer les réserves de carbone dans la végétation (environ 50 pour-cent de la biomasse est composée de carbone) et, par conséquent, la quantité potentielle de gaz carbonique pouvant entrer dans l'atmosphère quand la forêt est défrichée et/ou brûlée. La biomasse est aussi une variable utile pour comparer les attributs structurels et fonctionnels des écosystèmes forestiers dans une grande variété de conditions ambiantes.

Toute la biomasse ligneuse destinée à l'usage domestique n'a pas son origine dans les forêts; des quantités importantes proviennent de terres non forestières comme les parcelles boisées, les brise-vent et d'autres formations en ligne, les jardins, etc. On reconnaît que cette source devrait être évaluée dans l'avenir, mais cela dépasse le cadre du Projet d'évaluation des ressources forestières 1990.

2.1 Evaluation par région géographique

Pour estimer la densité de la biomasse forestière, on utilise les estimations existantes du volume sur écorce (VOB) dans la base de données FORIS qui est converti en densité de la biomasse à l'aide de la fonction d'estimation de la biomasse; la valeur obtenue est ensuite "augmentée" pour prendre en compte la biomasse des autres éléments présents au-dessus du sol.

Fonction pour estimer la biomasse à partir d'informations concernant le volume

BD (t/ha) = VOB * moyenne WD * BEF

où: BD = densité de la biomasse
VOB = volume sur écorce de tous les arbres d'un diamètre minimum de 10 cm (m3/ha)
WD = densité moyenne du bois (t/m3); valeurs tirées des directives FRA1990
BEF = facteur d'expansion de la biomasse

Les résultats de la recherche basés sur les données des inventaires en cours dans les tropiques, indiquent que pour les forêts feuillues tropicales, les facteurs d'expansion de la biomasse sont significativement liés à la biomasse du bois de fût (SB) selon le modèle suivant:

$$BEF = \exp\{3.213 - 0.506 * \ln(SB)\} \quad \text{pour } SB < 190 \text{ t/ha}$$
$$= 1.74 \quad \text{pour } SB \geq 190 \text{ t/ha}$$

On ne dispose actuellement d'aucun modèle pour calculer les facteurs d'expansion de la biomasse pour les formations de conifères car, en général, il n'y a pas de données pour ce type d'analyse. Il a donc fallu recourir aux estimations présentées dans les directives du Projet.

On ne peut se prononcer sur la fiabilité de cette méthode car la majeure partie des données concernant le VOB ont été généralement estimées par extrapolation à partir d'inventaires forestiers locaux et internationaux. Toutefois, cette méthode présentant l'avantage de couvrir tous les pays tropicaux, on peut l'utiliser avec des estimations de superficie pour 1990 pour évaluer la biomasse totale des forêts tropicales.

2.2 Evaluation par région écologique

La méthode d'estimation de la densité de la biomasse et de la dégradation de la biomasse, appliquée jusqu'ici uniquement pour l'Asie tropicale, s'appuie sur une technique de modélisation utilisant en SIG diverses bases de données existantes telles que des données fiables d'inventaires, de densité de population et climatiques (pour obtenir des cartes digitales d'indices climatiques) et les cartes digitales existantes de végétation, des zones éco-floristiques, des sols et de la topographie. Le travail est le fruit d'un effort concerté du Projet et du personnel de l'Université de l'Illinois, Etats-Unis. L'avantage de cette méthode est qu'elle donne directement des estimations de la biomasse sans qu'il y ait besoin de procéder à une extrapolation empirique. L'inconvénient est que très peu d'inventaires donnent des tableaux de peuplements complets comprenant des classes de petit diamètre pour toutes les essences, si bien que ces estimations ne couvrent pas tous les pays tropicaux.

Dans le cadre de la présente approche, les séries de données suivantes (SIG-cartes digitales) sont utilisées pour la modélisation:

- données d'inventaires forestiers fiables existants (avec cartes) utilisables pour la conversion en densité de biomasse réelle (les inventaires couvrent un grand nombre de pays tropicaux d'Amérique et d'Asie, mais moins de pays tropicaux africains);
- bases de données spatiales du projet comprenant: cartes des zones éco-floristiques, cartes de végétation et données démographiques sous-nationales;
- autres informations spatiales comprenant la carte des indices climatiques (WCI) basée sur des données de stations météorologiques de la FAO, la carte des précipitations, la carte des sols de la FAO, les cartes topographiques.

On suppose que la densité de la biomasse potentielle (PB) est une fonction des facteurs bioclimatiques selon le modèle simple ci-après:

PB (t/ha)= f[WCI, précipitations, sol (texture, profondeur, pente), topographie]

Chacun de ces facteurs est représenté dans l'espace par une échelle numérique dont les valeurs ont été classées selon la manière dont il influe sur la biomasse. Les cartes digitales sont dressées sur le modèle ci-dessus, et les résultats validés et calibrés en utilisant les inventaires forestiers existants pour les forêts anciennes et d'autres sources ainsi que la carte des zones éco-floristiques.

La modélisation du SIG fournit les résultats sur la densité de la biomasse (t/ha) par zone éco-floristique. Ces données peuvent être utilisées avec les estimations de surface pour obtenir la biomasse totale par région écologique et géographique. En utilisant la carte de végétation du Projet comme indicateur du couvert forestier pour 1980, on a préparé une représentation spatiale de la densité de la biomasse forestière par région.

3. ETUDE DE LA DEFORESTATION ET DE LA DEGRADATION DES FORETS A L'AIDE DE DONNEES SATELLITE A HAUTE RESOLUTION

Les estimations de la couverture forestière et du taux de déboisement au niveau des pays fondées sur le modèle de la Phase 1 indiquent l'ampleur de la déforestation.

Pour appliquer des mesures de contrôle ou simplement cerner le problème, une meilleure connaissance des processus du changement est essentielle. A cette fin, il faut pouvoir répondre aux questions suivantes:

Comment les ressources forestières tropicales changent-elles?
Quelle est l'ampleur de la dégradation? Du morcellement?
Qu'arrive-t-il aux terres déboisées?
Dans quelles conditions écologiques et socio-économiques?
Quelles sont les causes de la déforestation?

Le seul moyen satisfaisant d'obtenir des informations fiables sur le processus de changement est de mettre en place un système continu de suivi des ressources forestières, utilisant une méthodologie mondialement compatible et cohérente. Cela permet d'obtenir des informations fiables et localisées. Compte tenu des coûts, de la précision et du temps disponible, une méthode d'échantillonnage basée sur la télédétection a été conçue et utilisée pour couvrir toute la zone tropicale sur une période d'un an environ (voir figure 4). Les objectifs spécifiques étaient les suivants:

i) obtenir le plus haut niveau possible de cohérence et de précision pour l'évaluation du taux de changement de couverture forestière aux niveaux mondial et régional;
ii) mettre au point et diffuser une technique simple et cohérente pour l'obtention d'estimations de l'état et des modifications du couvert forestier aux niveaux mondial et régional, pouvant également être appliquée au niveau national;
iii) fournir des données de type spatial et statistique pour estimer les changements d'utilisation des terres et de couvert forestier par classe entre les deux dates d'interprétation aux emplacements échantillons et pour obtenir des matrices de transferts aux niveaux régional et mondial.

Cette méthodologie se distingue par le fait qu'elle fournit non seulement des données sur le changement du couvert forestier, mais aussi des cartes et des matrices des changements intervenus à chaque emplacement échantillon. Cela permet de suivre l'évolution de l'utilisation des

terres entre les différentes classes, ainsi que les changements de catégories de forêts, entre les deux dates d'interprétation aux niveaux de l'échantillon, régional et mondial: ces informations sont essentielles pour comprendre les processus complexes ayant lieu, comme la déforestation, le morcellement, la dégradation, le boisement, etc. On trouvera à la figure 5 un exemple de cartes quadrillées tirées de l'interprétation des images et la matrice de transferts en résultant.

Plan d'échantillonnage

L'étude est basée sur un plan d'échantillonnage couvrant tous les pays tropicaux. Le Système de référence mondial 2 (WRS2) pour les satellites LANDSAT est utilisé comme cadre d'échantillonnage. Les images LANDSAT couvrant approximativement 3,4 millions d'ha chacune ont été retenues comme unités d'échantillonnage.

Un échantillonnage aléatoire stratifié à deux degrés est effectué. Au premier degré, l'aire d'étude est divisée en sous-régions sur une base géographique. Au deuxième degré, les sous-régions sont divisées en strates de couverture forestière. La répartition des échantillons dans les sous-régions est faite proportionnellement à la déforestation estimée. Au sein d'une sous-région, les unités d'échantillonnage sont sélectionnées avec la même probabilité.

Les principales caractéristiques du plan d'échantillonnage sont les suivantes:

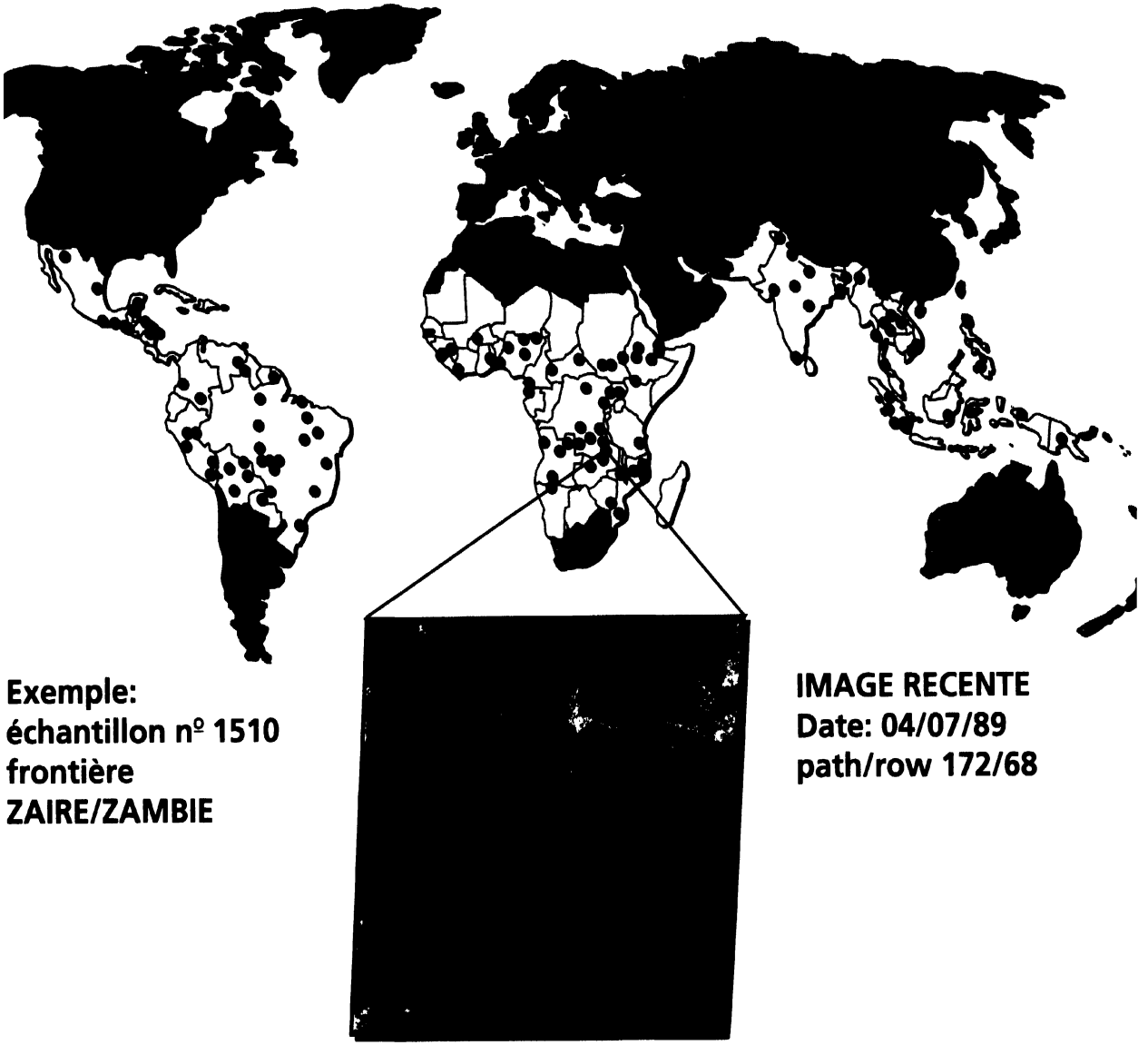
- il couvre toute la gamme des formations de végétation ligneuse sous les tropiques y compris les forêts denses, les forêts ouvertes (dont les forêts claires et les savanes boisées et arborées);
- il fournit une estimation de la surface moyenne du couvert forestier et des changements de surface en même temps qu'une estimation des erreurs associées;
- il est **rentable** grâce à l'utilisation de la stratification à deux degrés basée sur les informations existantes FORIS/SIG;
- il s'appuie sur le concept d'**inventaire forestier continu** dans le but de fournir des estimations cohérentes des moyennes dans le temps.

Le tableau 2 indique le nombre total d'unités d'échantillonnage par région, le nombre d'unités d'échantillonnage sélectionnées pour l'étude, et l'erreur d'échantillonnage prévue avec un taux de probabilité de 95 pour-cent pour les chiffres concernant la surface forestière, qui ont été calculés en utilisant la formule appropriée pour l'échantillonnage aléatoire stratifié.

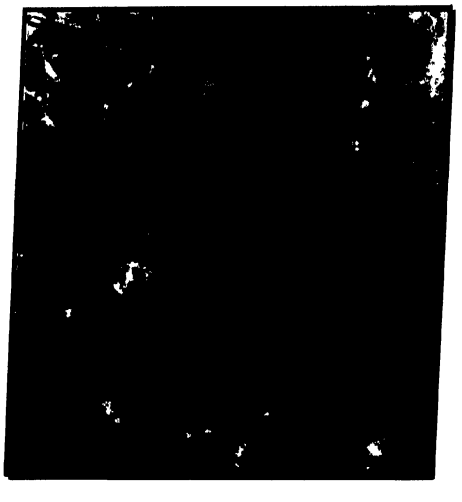
Tableau 2
Répartition des unités d'échantillonnage par région et erreur-type prévue

Continent	Unités d'échantillonnage		Taux de couvert forestier (forêts/ surface des terres)	Erreur-type sur la surface forestière estimée (%)
	Nombre total	Nombre étudié (échantillon)		
Afrique	471	47	0,57	8,0
Asie & Pacifique	277	30	0,45	8,2
Amérique latine & Caraïbes	480	40	0,68	4,7
Total	**1 228**	**117**	**0,59**	**3,9**

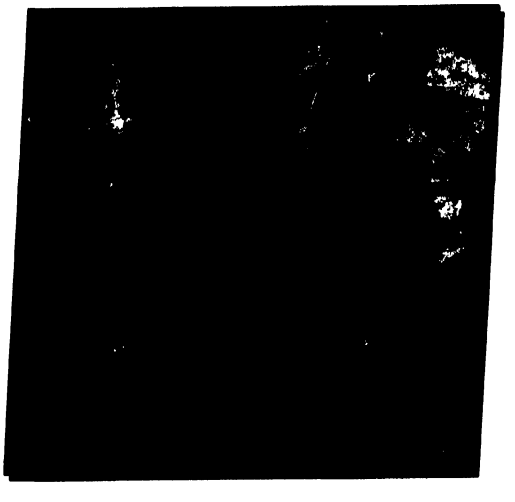
Figure 4
Plan d'échantillonnage continu des ressources forestières pour l'ensemble des tropiques



IMAGES HISTORIQUES



Date: 13/06/81 P/R 185/68



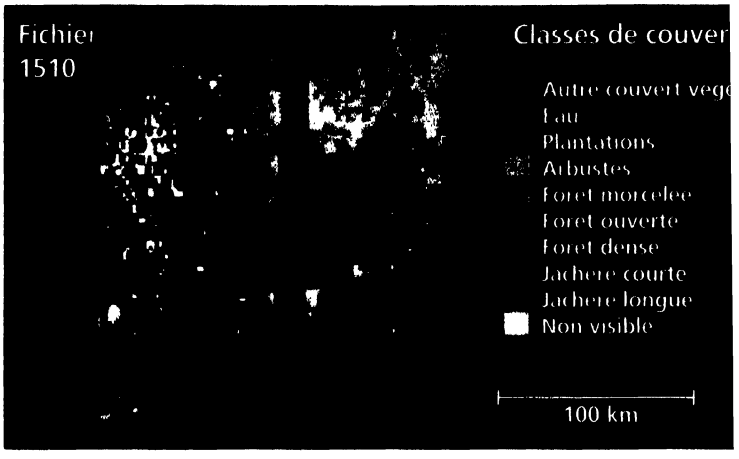
Date: 20/07/79 P/R 184/68

Figure 5

Exemple de résultats de types spatial et statistique Echantillon No. 1510, situé à la frontière entre le Zaïre et la Zambie

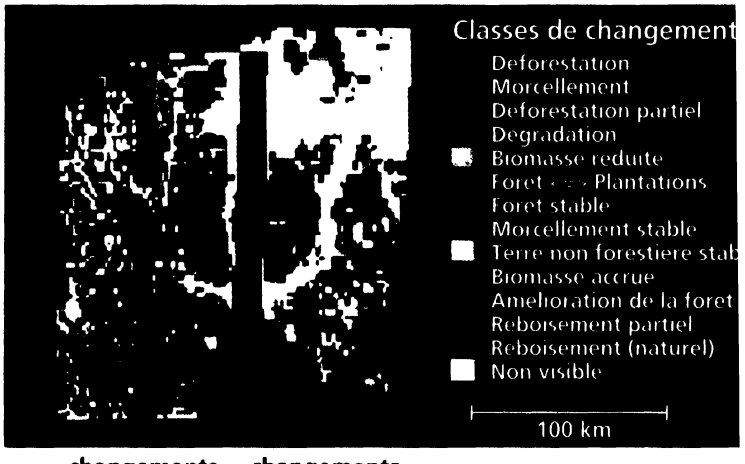
a: Cartes tirées de l'interprétation d'images satellite de l'échantillon nº 1510

IMAGE RECENTE — **IMAGES HISTORIQUES (zones communes)**



04/07/1989 — **13/06/81** **20/07/79**

b: Cartes montrant les changements advenus en comparant des images récentes et des images historiques de zones communes. Les 100 combinaisons de classes possibles (10 x 10) ont été réduites à 14 classes de changement dans des buts de visualisation.



changements (1981-89) — **changements (1979-89)**

c: Echantillon nº 1510

– Matrice de passage normalisée pour la période de référence 1980–1990

Les deux matrices rapportant les changements de classe de couvert pour les périodes 1981-1989 et 1980-1989 ont été ajustées mathématiquement à la période de référence 1980-90 sur la base des probabilités de changement, puis associées pour former la matrice de passage d'ensemble présentée ici.

	Classes de couvert en 1990										
Classes de couvert en 1980	Forêt dense	Forêt ouverte	Jachère longue	Forêt morcel.	Jachère courte	Arbustes	Autre couvert végét.	Eau	Végét. lign. artif.	Total en 1980 .000	Total en 1980 %
Forêt dense	1672,3	143,3			273,4		17,5			2106,5	71,2
Forêt ouverte	0,9	84,9			4,2		0,0			90,0	3,0
Jachère longue											
Forêt morcel.											
Jachère courte					574,9		1,3			576,1	19,5
Arbustes											
Autre couvert végét.							160,6			160,6	5,4
Eau								21,2		21,2	0,7
Végét. lignesse artif.									2,4	2,4	0,1
Total en 1990 .000 ha	1673,2	228,2			852,4		179,4	21,2	2,4	2956,8	
Total en 1990 %	56,6	7,7			28,8		6,1	0,7	0,1		100,0

A chaque emplacement échantillon, on sélectionne pour observation des images satellite de la meilleure qualité prises pendant la saison appropriée, séparées par un intervalle d'environ dix ans. L'image prise vers 1990 permet d'évaluer l'état du couvert forestier, alors que les zones communes entre les images de 1980 et 1990 permettent d'évaluer les changements.

Les éléments marquants au point de vue de la télédétection sont les suivants:

i) **Procédure d'interprétation interdépendante**: cette méthode d'interprétation assure le degré le plus élevé d'homogénéité spatiale entre l'interprétation des images historiques et celle de l'image récente;

ii) **Classification type** de diverses classes de forêts (denses, ouvertes, avec cultures itinérantes, morcelées) pour tous les pays tropicaux;

iii) **Matrice de transferts**: chaque échantillon donne une matrice de passage à partir de laquelle on peut analyser le processus de changement;

iv) **Archives d'images**: toutes les images utilisées représentent une référence permanente comme partie d'une série chronologique continue; dans l'avenir, ces images serviront à estimer la vitesse du changement (3 séries chronologiques ou plus).

Procédure d'interprétation interdépendante

1. Caractéristiques des images:
   - données satellites LANDSAT MSS (20 pour-cent des images seront TM) et IRS (satellite de télédétection indien)
   - deux dates, une proche de 1980, une autre proche de 1990, avec au moins 5 années d'intervalle, la même saison (de préférence en début de saison sèche);
   - rehaussement standard de l'image pour faciliter l'évaluation de la végétation;
   - surface de recouvrement minimum des deux images d'un million d'ha, sans couverture nuageuse.

2. Procédure d'interprétation:
   - interprétation interdépendante, c'est-à-dire interprétation visuelle simultanée des deux images par le même interprète (venant de la région et familier avec l'endroit);
   - classification de l'utilisation des terres sous un format standard et compatible au niveau mondial.

3. Enregistrement de l'interprétation d'image:
   - saisie des données en utilisant un tableur d'utilisation conviviale et largement diffusé tel que LOTUS 1-2-3R;
   - génération des matrices de transferts montrant les changements dans l'utilisation des terres.

4. Vérification de terrain des échantillons sélectionnés en coopération avec les services forestiers et agences de télédétection nationaux.

L'interprétation a été faite par des services forestiers régionaux et nationaux sélectionnés et/ou des agences de télédétection qui ont une bonne connaissance des emplacements échantillons et participent habituellement à des activités d'évaluation des ressources forestières. Ayant pour double objectif le renforcement des capacités nationales pour le suivi de la couverture forestière et l'amélioration de l'interprétation de l'image, le Projet a organisé trois ateliers de travail régionaux et huit stages de formation avec le concours d'instituts nationaux, auxquels ont pris part 27 pays et 81 participants.

Les résultats et la qualité de l'interprétation faite par des instituts locaux sont examinés et évalués au niveau central. Une base de données est établie et des analyses sont effectuées. Les résultats de l'étude par télédétection ont été appliqués comme suit:

- en association avec des paramètres démographiques et écologiques, les unités d'échantillonnage achevées jusqu'ici en Afrique tropicale ont été utilisées pour l'élaboration d'un modèle de déforestation régionale qui a aidé à définir la surface forestière en 1990 et les taux de déforestation pour la région;
- afin d'obtenir la première description dynamique des changements dans l'utilisation des terres et les catégories de forêts en Afrique tropicale pour la période 1980-1990, les résultats des 31 unités d'échantillonnage disponibles ont été analysés dans leur ensemble et par zone écologique;
- une analyse comparative tout à fait préliminaire mais intéressante des processus de changement dans la surface forestière dans les trois régions pour la période 1980-1990 a été faite en utilisant toutes les unités d'échantillonnage disponibles.

Compte tenu du nombre très limité d'informations disponibles sur les forêts tropicales en général, et sur les processus de changement en cours des ressources forestières tropicales en particulier, cette composante du projet peut être considérée comme une réalisation importante.

4. EVALUATION DU MORCELLEMENT DES FORETS A L'AIDE DE DONNEES SATELLITE A FAIBLE RESOLUTION

On dit qu'une couverture forestière continue est morcelée quand au fil des ans elle est divisée en parties disjointes par la conversion d'une partie de cette couverture à des utilisations non forestières, par exemple, à la construction de routes ou à la mise en culture, etc.

Différents indices ont été établis les années passées pour quantifier la variabilité du paysage, notamment le morcellement des forêts. Le Projet a utilisé deux de ces indices: l'indice périmètre-surface (PAI) et le rapport partie périphérique/partie centrale (ECR).

Indicateurs du morcellement

L'indice périmètre-surface (PAI) pour les forêts situées dans une région géographique est calculé selon la formule suivante:

$$PAI = 0.282095 * \frac{P_a}{\sqrt{A * N}}$$

où N est le nombre de massifs forestiers, P_a leur périmètre total et A la surface totale.

Le *rapport partie périphérique/partie centrale (ECR)* dans une zone forestière est tiré de la formule suivante:

$$ECR = \frac{Périphérique(\%)}{Périphérique(\%) + centrale(\%)}$$

où la "partie périphérique" représente la zone forestière de 10 km de large à partir de la lisière de la forêt cartographiée vers l'intérieur. C'est habituellement la zone la plus exposée aux activités humaines.

et la "partie centrale" désigne les zones forestières internes, en l'occurrence, une zone de 10 km en-deçà de la lisière de la forêt. Cette partie est habituellement intacte.

Le principal objectif de l'étude sur le morcellement était d'analyser le rapport entre le morcellement et les variables comme la déforestation et la dégradation des forêts.

Les cartes de végétation tirées des données satellite NOAA-AVHRR (résolution 1 km) ont servi de document de base en raison de leur résolution et de la date d'acquisition récente. Deux zones ont été choisies pour l'étude, les sous-régions Afrique de l'Ouest et Bassin de l'Amazone car elles représentent deux types intéressants et contrastants de morcellement des forêts.

Chapitre IV

RESULTATS DE L'EVALUATION

1. ETAT DU COUVERT FORESTIER ET EVALUATION DES CHANGEMENTS

1.1 Principaux résultats par région géographique

Les résultats présentés dans cette section sont fondés sur l'analyse d'une série chronologique d'observations fiables du couvert forestier de 644 unités sous-nationales contenues dans FORIS. Certaines de ces observations ont été faites à une seule date tandis que d'autres ont été faites à plusieurs dates durant la période 1960-1990 comme le montre le tableau 3.

Tableau 3
Observations utilisées pour l'évaluation de la situation et des changements

Fréquence des observations	Nombre d'unités sous-nationales observées			
	1961-1970	1971-1980	1981-1990	Total
Une seule date	18	330	151	499
Plusieurs dates	53	54	38	145
Total	**71**	**384**	**189**	**644**

La base de données FORIS est un résultat important du processus d'évaluation et marque le point de départ de l'évaluation continue des ressources forestières tropicales. En utilisant la base de données, il est possible d'étudier les tendances historiques et les perspectives d'avenir. Du fait que de plus en plus d'informations multi-dates sont disponibles et sont ajoutées dans la base de données, on s'attend à ce que les estimations deviennent plus précises, notamment celles qui concernent les taux de changement.

La situation actuelle. Comme il est décrit dans le chapitre ayant trait à la méthodologie, les estimations du couvert forestier et des taux de changement ont été faites au niveau sous-national. Les résultats ont été regroupés au niveau national aux fins de présentation (voir Annexe 1). Les estimations nationales ont été à leur tour regroupées pour tous les pays tropicaux aux niveaux sous-régional, régional et mondial (voir tableau 4).

La **couverture forestière tropicale mondiale** était de 1 756 millions d'ha à la fin de 1990 et de 1 910 millions d'ha à la fin de 1980. Ainsi, la déforestation moyenne annuelle pendant les années 80 s'élève à 15,4 millions d'ha (0,8 pour-cent en taux composé annuel de déforestation). La région Amérique latine/Caraïbes possédait en 1990 la plus grande superficie de l'ensemble des forêts tropicales (918 millions d'ha, soit 52 pour-cent du total), suivie de l'Afrique (528 millions d'ha, soit 30 pour-cent du total) et de la région Asie/Pacifique (311 millions d'ha, soit 18 pour-cent du

total). La déforestation annuelle par région a été égale à 7,4 millions d'ha (0,8 pour-cent) en Amérique latine/Caraïbes; 3,9 millions d'ha (1,2 pour-cent) en Asie/Pacifique et 4,1 millions d'ha (0,7 pour-cent) en Afrique.

Dans certaines sous-régions, les taux de déforestation sont particulièrement élevés: Afrique de l'Ouest et de l'Est, Afrique sahélienne et australe; Asie continentale et insulaire; Amérique centrale et Mexique.

Tableau 4
Estimations des surfaces forestières et du taux de déforestation par sous-région géographique

Sous-région/région géographique	Nombre de pays	Surface des terres	Surface forestière		Déforestation annuelle 1981-90	
		millions ha	*1980 millions ha*	*1990 millions ha*	*millions ha*	*% par an*
Afrique	**40**	**2.236,1**	**568,6**	**527,6**	**4,1**	**0,7**
Sahel occidental	6	528,0	43,7	40,8	0,3	0,7
Sahel oriental	9	489,7	71,4	65,5	0,6	0,9
Afrique occidentale	8	203,8	61,5	55,6	0,6	1,0
Afrique centrale	6	398,3	215,5	204,1	1,1	0,5
Afrique australe tropicale	10	558,1	159,3	145,9	1,3	0,9
Afrique insulaire	1	58,2	17,1	15,8	0,1	0,8
Asie et Pacifique	**17**	**892,1**	**349,6**	**310,6**	**3,9**	**1,2**
Asie du Sud	6	412,2	69,4	63,9	0,6	0,8
Asie du Sud-Est continentale	5	190,2	88,4	75,2	1,3	1,6
Asie du Sud-Est insulaire	5	244,4	154,7	135,4	1,9	1,3
Pacifique	1	45,3	37,1	36,0	0,1	0,3
Amérique latine et Caraïbes	**33**	**1.650,1**	**992,2**	**918,1**	**7,4**	**0,8**
Amérique centrale et Mexique	7	239,6	79,2	68,1	1,1	1,5
Caraïbes	19	69,0	48,3	47,1	0,1	0,3
Amérique du Sud tropicale	7	1.341,6	864,6	802,9	6,2	0,7
Total	**90**	**4.778,3**	**1.910,4**	**1.756,3**	**15,4**	**0,8**

Source: Base de données FORIS

Comparaison avec l'évaluation FAO/PNUE de 1980. On peut comparer les résultats de la présente évaluation avec ceux de l'évaluation FAO/PNUE des ressources forestières de 1980. Pour 76 pays évalués en commun et couvrant approximativement 98 pour cent de la superficie des terres tropicales, les estimations sont celles présentées au tableau 5.

Tableau 5
Comparaison entre l'évaluation FAO/PNUE de 1980 et l'évaluation FAO de 1990

Estimation	Evaluation FAO/PNUE 1980 *(en millions d'ha)*	Evaluation FAO 1990 *(en millions d'ha)*
Surface forestière à la fin de 1980	1 935	1 909
Taux annuel de déforestation		
- durant 1981-85	11,3	--
- durant 1981-90	--	15,4

Les différences entre les estimations du couvert forestier de 1980 et des taux annuels de déforestation pour les périodes respectives de référence (1981-85 et 1981-90) par les deux projets d'évaluation tant au niveau mondial que régional et sous-régional sont principalement dues à deux facteurs qui sont, d'une part,le plus grand nombre de données récentes provenant d'études relatives à 1980 et aux années suivantes disponibles pour l'évaluation de 1990, et d'autre part, l'adoption procédures améliorées d'actualisation des estimations pour cette dernière. Les différences entre les estimations des taux annuels de déforestation par les deux opérations ne signifient donc pas nécessairement une accélération du processus de déforestation au cours des années 1980.

1.2 Etat des écosystèmes forestiers

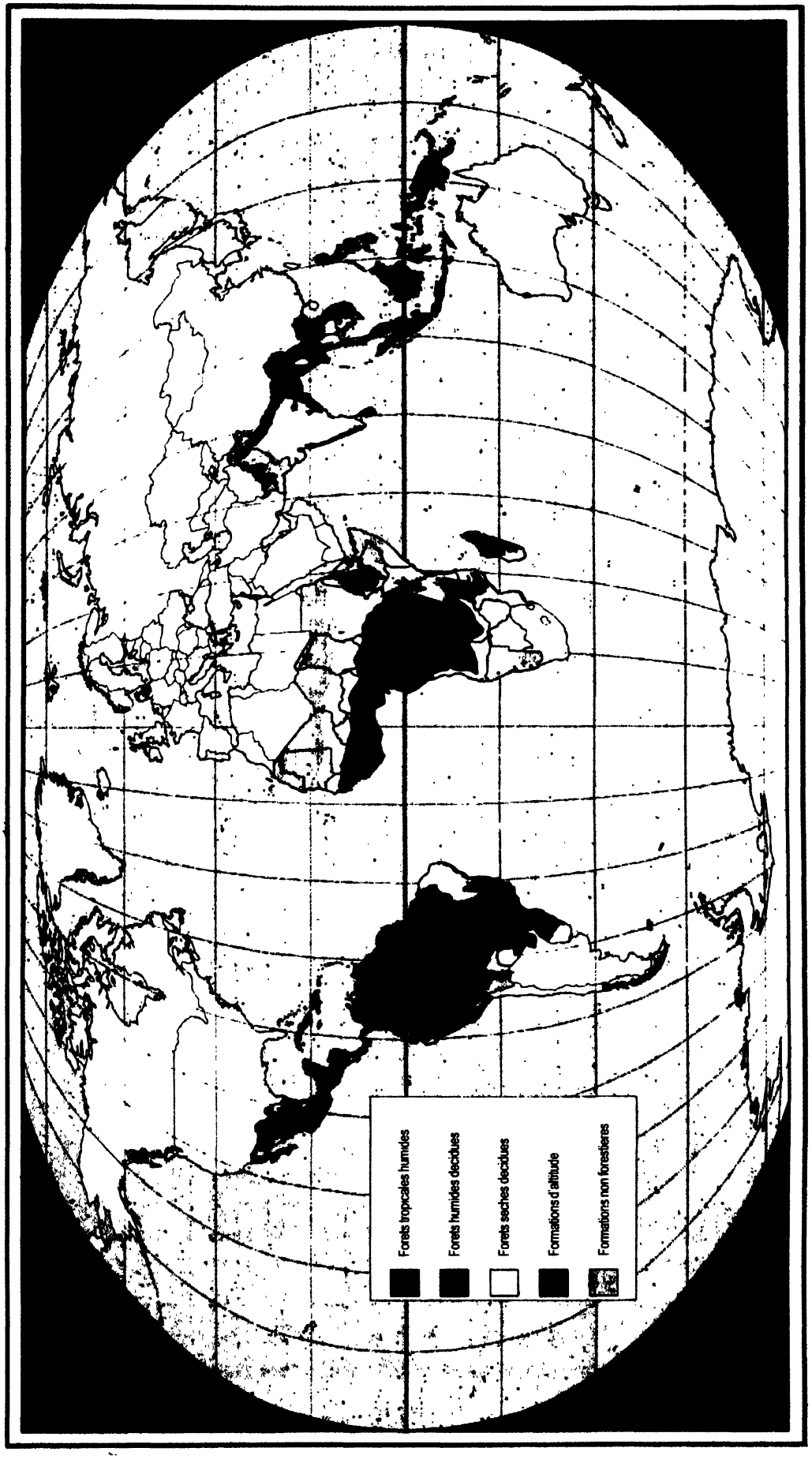
Les forêts tropicales ont été classées dans ce rapport,en fonction de critères écologiques généraux, en quatre zones écologiques: une d'altitude et trois de basse altitude. La figure 6 donne un aperçu de leur répartition. L'estimation du couvert forestier et le taux de déforestation pour chacun zone écologique est donnée pour l'ensemble du monde tropical dans le Tableau 6 et par pays (Tableaux 6,7 et 8).

Tableau 6
Estimations des surfaces forestières et du taux de déforestation par grande zone écologique

Zone écologique	Surface des terres	Densité de population 1990	Croissance démographique annuelle 1981-'90[1]	Surface forestière 1990		Déforestation annuelle 1981-90[1]	
	millions ha	*hab. / km²*	*% par an*	*millions ha*	*% des terres*	*millions ha*	*% par an*
ZONE FORESTIÈRE	**4.189,7**	**57**	**2,4**	**1.748,2**	**42**	**15,3**	**0,8**
Formations de basse altitude	**3.476,6**	**57**	**2,3**	**1.543,9**	**44**	**12,8**	**0,8**
Forêts ombrophiles et sempervirentes	937,1	41	2,2	718,3	76	4,6	0,6
Forêts humides décidues	1.298,6	55	2,4	587,3	46	6,1	1,0
Formations sèches et très sèches	1.241,0	70	2,3	238,3	19	2,2	0,9
Formations d'altitude (forêts de colline et montagne)	**713,1**	**56**	**2,6**	**204,3**	**29**	**2,5**	**1,1**
ZONE NON FORESTIERE (zones alpines, déserts)	**588,6**	**15**	**3,1**	**8,1**	**1**	**0,1**	**1,0**
ENSEMBLE DES TROPIQUES[2]	**4.778,3**	**52**	**2,4**	**1.756,3**	**37**	**15,4**	**0,8**

Notes:
[1] Taux de croissance démographique et de déforestation calculés avec la formule des intérêts composés.
[2] Les totaux peuvent ne pas coïncider exactement du fait des arrondis.
Source: Base de données FORIS

Figure 6
Zones forestières sous les tropiques



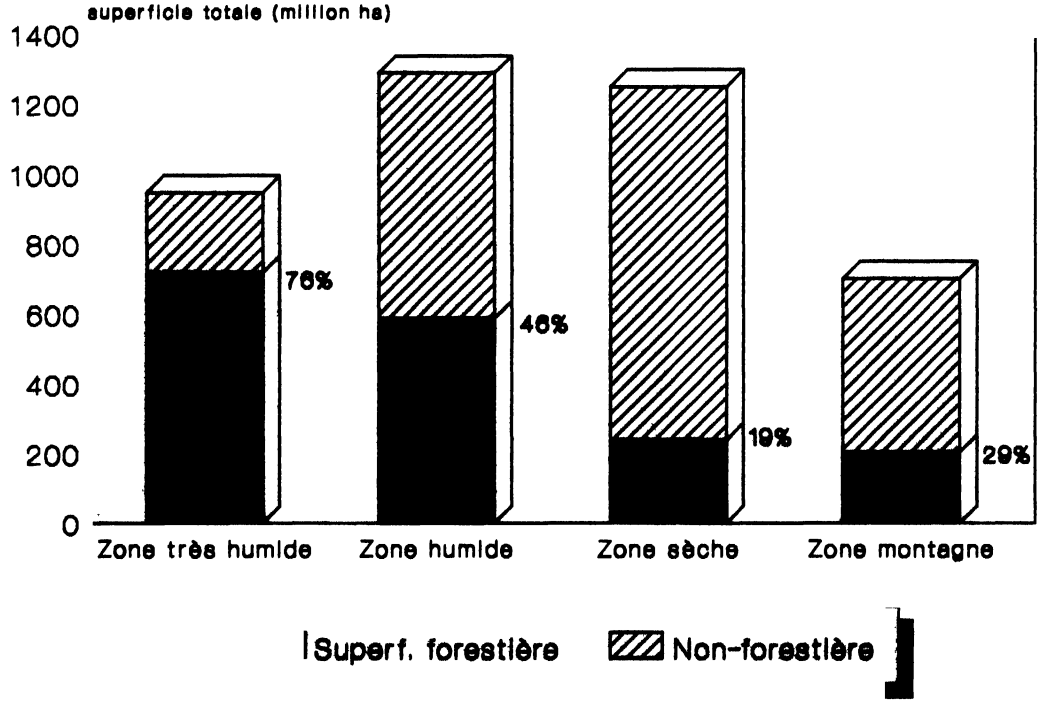
A la fin de 1990, les formations de basse altitude occupaient 1 544 millions d'ha(soit 88 pour cent de la surface totale des forêts tropicales) et celles d'altitudes (colline et montagne) 204 millions d'ha (12 pour cent). Parmi les formations de basse altitude, les forêts sempervirentes, situées dans la zone humide, constituaient la plus grande part avec 718 millions d'ha (ou 41 pour cent), les forêts humides décidues,dans la zone humide, couvraient 587 millions d'ha (33 pour cent) et les forêts des zones sèches et arides 238 millions d'ha (14 pour cent). Le reste des forêts, près de 8 millions d'ha, était réparti dans des régions non forestières.

Si l'on compare la surface forestière avec la surface des terres pour chaque zone écologique (voir Figure 7), il apparaît que 76 pour cent de la zone tropicale humide est encore couverte de forêts. Comme on peut s'y attendre le pourcentage de la couverture forestière diminue lorsque les conditions climatiques sont plus sèches et les différences sont significatives: 46 pour cent de couverture forestière en zone de formations décidues humides, 29 pour cent en zone montagneuse et 19 pour cent en zone sèche et aride. On peut supposer que dans la zone aride, la surface forestière originelle était considérablement inférieure à la surface totale des terres alors que dans les zones humide et décidue humide, la surface forestière était proche des 100 pour cent.

Le taux de déforestation annuel pour l'ensemble du monde tropical a été de 15,4 millions d'ha. Il se réparti comme suit : dans la zone humide 4,6 millions d'ha (soit 0,6 pour cent), dans la zone décidue humide 6,1 millions d'ha (soit 1 pour cent), dans la zone sèche et aride 2,2 millions d'ha (soit 0,9 pour cent) donnant un total de 12,8 millions d'ha pour les zones de basse altitude; et de 2,5 millions d'ha (1,1 pour cent) dans les formations d'altitude.

Une représentation graphique associant la perte du couvert forestier et la pression démographique dans les principales régions écologiques est donnée à la Figure 8.

Figure 7
Couvert forestier actuel par zone écologique



1.3 Risques de perte de la diversité biologique due à la déforestation

Outre le taux de déforestation, la relation nombre d'essences-superficie par région écologique est un élément essentiel pour l'évaluation du risque de perte de biodiversité tel qu'il est présenté dans la section 1.5

Les concepts de la diversité biologique

Les définitions suivantes sont extraites du rapport du World Conservation Monitoring Centre, WCMC "Global Biodiversity Strategy"

- la **diversité biologique** ("biodiversité") est l'ensemble des gènes, des espèces (ou essences) et écosystèmes dans une région ou un secteur géographique;
- la **richesse en essences** est le nombre total des essences présentes dans une région ou un secteur géographique.

La présente évaluation (1990) se limite à un sous-ensemble d'écoystèmes, les forêts tropicales et en particulier aux plants vasculaires. En conséquence, l'emploi du terme "essences" dan ce rapport se réfère uniquement aux angiospermes.

Les données de base établissent la relation nombre d'essences-superficie est extraite du rapport du WCMC sur "Global Biodiversity". Sur le graphique de la Figure 9, on a rapporté les logarithmes du nombre total des angiospermes relevés dans les 86 pays tropicaux et des surfaces des terres des pays correspondants. Différentes tendances peuvent être observées dans les relations nombre d'essences-superficies suivant les régions écologiques dominantes dans les pays. Se guidant sur le diagramme de dispersion et d'autres données collectées durant la recherche documentaire, la relation nombre d'essences-superficies dans les régions écologiques fut établi sur des bases empiriques.

Utilisant les estimations du couvert forestier de la fin de 1980 et les taux de déforestation entre 1981 et 1990, la relation nombre d'essences-superficie par région écologique est présentée à la Figure 9 et les valeurs estimées pour la perte des richesses en essence furent données dans le Tableau 7. Il est important de clarifier qu'il n'est pas justifié déduire l'extinction des essences de la perte de richesse en essences, qui se rattache au nombre total d'essences présent dans un secteur géographique et non à des essences particulières.

Il est important de souligner que la perte de surface forestière qui est différente dans différentes régions écologiques, a aussi, due à la forme curviligne du graphe essences-superficies, un impact différent sur l'appauvrissement de la richesse en espèces. Donc la déforestation dans les forêts tropicales d'Asie semble avoir de plus forts effets en terme d'impact probable sur la richesse d'angiospermes. On estime que le risque de perte est double, bien que la surface déboisée soit à peu près la moitié de celle de l'Amérique latine et des Caraïbes.

Figure 8
Taux de couvert forestier par rapport à la densité de population par formation forestière

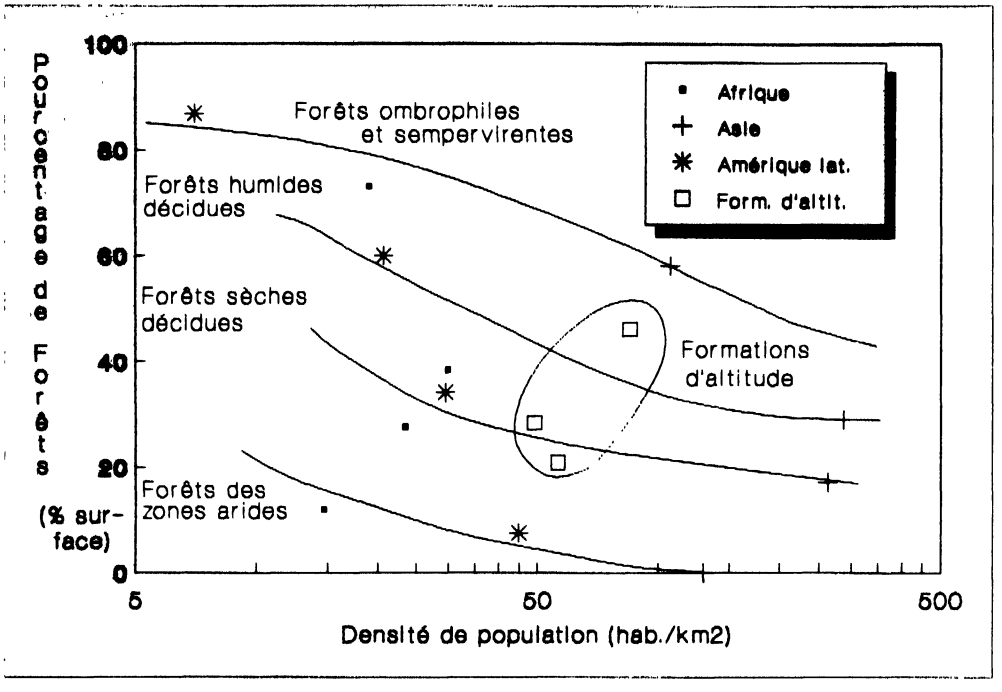


Figure 9
Rapports nombre d'essences végétales/surface - 86 pays

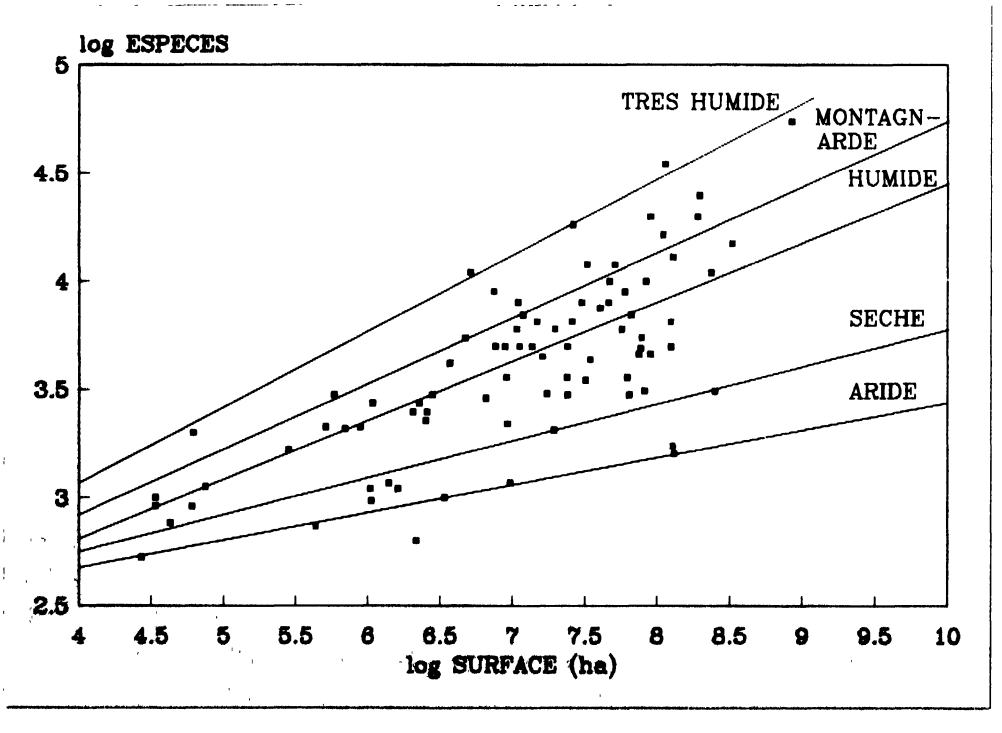


Tableau 7
Estimations indicatives de la perte d'essences parmi les végétaux supérieurs en raison de la déforestation

Zone écologique	Surface forestière		Taux de déforestation	Diversité spécifique relative	Perte d'essences (indic.)
	1980	1990	1981-90	1990	1981-90
	millions ha		*millions ha*	*Nombre d'espèces*	*% de perte*
Afrique					
Forêts ombrophiles et sempervirentes	91	87	4,7	30.700	2,0
Forêts humides décidues	274	251	22,5	13.000	2,5
Forêts sèches et très sèches	162	151	10,8	1.900	1,0
Formations d'altitude	38	35	2,9	12.300	2,5
Asie et Pacifique					
Forêts ombrophiles et sempervirentes	199	177	21,6	40.400	4,3
Forêts humides décidues	48	42	6,6	7.600	4,3
Forêts sèches et très sèches	46	41	4,7	1.600	1,6
Formations d'altitude	53	47	5,8	13.500	3,8
Amérique latine et Caraïbes					
Forêts ombrophiles et sempervirentes	474	454	19,4	57.900	1,6
Forêts humides décidues	326	294	31,8	13.700	3,0
Forêts sèches et très sèches	52	46	6,2	1.600	1,9
Formations d'altitude	138	122	16,2	18.400	4,0

2. ETAT DE LA BIOMASSE FORESTIERE ET EVALUATION DES CHANGEMENTS

2.1 Evaluation par région géographique

Les estimations par pays figurent à l'Annexe I et un résumé est présenté au tableau 8. On peut observer que les sous-régions Caraïbes, Afrique centrale et Asie du Sud-Est insulaire ont encore plus de 200 tonnes de biomasse forestière par hectare, tandis que les valeurs les plus basses sont enregistrées en Afrique australe tropicale et en Afrique sahélienne. On remarquera également que les valeurs de la biomasse par habitant sont extrêmement basses en Asie du Sud en raison de la forte pression démographique. On relève aussi des valeurs faibles en Afrique de l'Ouest, en Afrique sahélienne et en Amérique centrale. On notera que la biomasse moyenne par habitant en Asie est égale au quart seulement de celle de l'Afrique et à moins d'un dixième de celle de l'Amérique latine et des Caraïbes.

La perte annuelle de biomasse est estimée à un peu plus de 2 500 millions de tonnes, dont plus de 50 pour-cent en Amérique latine, près de 30 pour-cent en Asie tropicale et quelque 20 pour-cent en Afrique tropicale.

Tableau 8
Etat de la biomasse forestière et perte annuelle due à la déforestation

Région	Surface forestière	Biomasse forestière			Perte annuelle due à la déforestation (1981-90)		
	1990	Moyenne par ha	Total	Moyenne par habitant	Surface	Biomasse	
	millions ha	*t/ha*	*10^6 tonnes*	*t/habitant*	*millions ha*	*millions tonnes*	*% du total*
Afrique	**527,6**	**133,0**	**70.144**	**145**	**4,1**	**479**	**19**
Afrique de l'Ouest sahélienne	40,8	64,5	2.628	61	0,3	19	0
Afrique de l'Est sahélienne	65,5	80,3	5.254	43	0,6	48	2
Afrique de l'Ouest	55,6	97,3	5 409	34	0,6	58	2
Afrique centrale	204,1	227,1	46.349	878	1,1	259	10
Afrique australe tropicale	145,9	60,5	8.824	93	1,3	81	3
Afrique insulaire	15,8	106,5	1.680	140	0,1	14	0
Asie & Pacifique	**310,6**	**180,8**	**56.170**	**36**	**3,9**	**732**	**29**
Asie du Sud	63,9	99,6	6.368	6	0,6	55	2
Asie du Sud-Est continentale	75,2	187,1	14.075	80	1,3	246	10
Asie du Sud-Est insulaire	135,4	212,9	28.837	109	1,9	410	16
Pacifique	36,0	191,4	6.890	1.718	0,1	22	1
Amérique latine & Caraïbes	**918,1**	**185,0**	**169.844**	**426**	**7,4**	**1.303**	**52**
Amérique centrale & Mexique	68,1	95,2	6.483	55	1,1	106	4
Caraïbes	47,1	247,0	11.638	337	0,1	30	1
Amérique du Sud tropicale	802,9	189,0	151.723	615	6,2	1.167	46
Total	**1.756,3**	**168,6**	**296.158**	**121**	**15,4**	**2.514**	**100**

Source: Base de données FORIS

2.2 Evaluation par région écologique

Les estimations de la biomasse potentielle et réelle (densité), telles qu'elles ont été déterminées par la modélisation dans le SIG pour la plus grande partie de l'Asie tropicale, figurent au tableau 9. Il est clair que dans les forêts de l'Asie insulaire, les densités de la biomasse potentielle et réelle sont plus élevées que dans celles de l'Asie continentale. Les tendances générales de la densité de la biomasse par éco-région correspondent aux modes de répartition prévus de la biomasse: la densité de la biomasse baisse quand l'humidité diminue et que l'altitude augmente. C'est dans la zone sèche continentale et dans la zone saisonnière insulaire que les forêts semblent être les plus dégradées avec des densités de biomasse réelle qui sont d'environ 30 à 40 pour-cent de leur potentiel.

Tableau 9
Densités de la biomasse *(t/ha)* potentielle *(surface forestière dans les années 80, sans activités humaines)* et réelle *(avec activités humaines)* pour les forêts de l'Asie tropicale par zone écologique

Eco-région	Densité potentielle *(t/ha)*	Densité réelle *(t/ha)*	Rapport densités réelle/potentielle
Continentale:			
Très humide de basse altitude	449	225	0,50
Humide de basse altitude	350	187	0,53
Sèche de basse altitude	244	76	0,31
Montagnarde humide	353	222	0,63
Montagnarde très humide	306	155	0,51
Insulaire:			
Très humide de basse altitude	543	273	0,50
Humide de basse altitude	452	174	0,38
Montagnarde humide	504	254	0,50

3. PROCESSUS DE DEFORESTATION ET DE DEGRADATION DES FORETS

L'étude des processus de déforestation et de dégradation des forêts a été effectuée en utilisant le plan d'échantillonnage fondé sur la technique de télédétection multi-dates décrit dans le chapitre relatif à la méthodologie.

3.1 Evaluation par région géographique

On présente d'abord les résultats pour la région Afrique sur la base de 31 des 47 échantillons représentant toutes les conditions géographiques et écologiques, puis on donne une brève explication des résultats pour les autres régions.

Pour chaque exemple, on a créé une matrice de transferts à partir de l'interprétation interdépendante de deux images satellites: l'image historique obtenue vers 1980 et l'autre récente obtenue vers 1990.

Compilation des matrices de transferts. Les matrices de transferts observées ont été mathématiquement transformées en matrices normalisées pour la période allant exactement de 1980 à 1990 puis regroupées pour donner le total indiqué au tableau 10. Les changements classe par classe rapportés dans ce tableau font ressortir la complexité de la dynamique en jeu. Comme on s'y attendait, étant donné l'étendue de la surface couverte, tous les changements possibles classe par classe sont représentés. Toutefois, la plupart des changements de surface sont situés au-dessus de la diagonale, ce qui suppose une perte de surface ou de couvert forestier, un morcellement, etc.

On peut déduire également de ce tableau qu'il est trop simpliste de penser uniquement en termes de déforestation. La déforestation n'est qu'un des types de changement dans un processus complexe de changements. Il est important de prendre en compte tous les aspects du changement.

Tableau 10
Matrice d'ensemble pour la région Afrique basée sur les 31 échantillons

Classes en 1980	Classes en 1990 *(surfaces en milliers d'ha)*									Total 1980	
	Forêt dense	Forêt ouverte	Jachère longue	Forêt morcelée	Jachère courte	Arbustes	Autres couverts	Eau	Plant-ations	en milliers d'ha	%
Forêt dense	16.781	382,1	82,6	291,8	524,3	9,5	247,5			18.319,3	24,5
Forêt ouverte	23,6	10.049	48,3	371,2	117,8	12,7	397,3	0,1	1,4	11.021,8	14,8
Jachère longue	7,7	14,6	556,8	1,6	51,7	4,4	28,5			665,4	0,9
Forêt morcelée	24,1	40,0	1,0	8.088,8	5,8	7,7	293,5			8.461,1	11,3
Jachère courte	7,6	10,9	9,6	2,1	2.254,8		53,3	0,4		2.338,6	3,1
Arbustes	0,8	10,8		1,1		3 877,9	154,3	0,1		4.055,1	5,4
Autres couverts	16,9	38,2	11,0	63,1	34,3	86,6	26.452	51,2		26.752,8	35,8
Eau	0,5			0,5	3,2	0,1	81,5	2 960,1		3 045,9	4,1
Plantations					0,4	0,4	0,4	0,4	4,6	5,3	0,0
Total 1990 en milliers d'ha	**16.863**	**10.546**	**709,2**	**8.820,2**	**2.992,4**	**3.999,0**	**27.718**	**3.011,9**	**6,0**	**74.665,2**	
%	**22,6**	**14,1**	**0,9**	**11,8**	**4,0**	**5,4**	**37,1**	**4,0**	**0,0**		**100,0**

Interprétation de la matrice de transferts. Si l'on compare les totaux des lignes, montrant la situation pour l'année 1980, et les totaux des colonnes, montrant la situation pour l'année 1990, l'on a un premier aperçu des changements observés pour chaque classe (cf. figure 10). De plus, les changements entre classes peuvent être lus à partir de chaque ligne. Par exemple, les changements concernant la forêt dense en 1980, peuvent être lus comme suit à partir de la ligne "forêt dense". (Ceux-ci sont également illustrés dans la figure 11):

Durant la période examinée, 8,4% des forêts denses sont passées dans d'autres classes.

(i) 247.500 ha (16,1%) ont été changés en "autre couvert";

(ii) 524.300 ha (34,1%) ont été convertis en jachères courtes ce qui indique la pression de la population;

(iii) 291.800 ha (19,0%) ont été changés en forêt morcelée. La forêt morcelée résulte d'un déboisement partiel, habituellement par le défrichement progressif de la forêt originelle par petits massifs créant une mosaïque de parcelles forestières et non forestières. A son tour, la forêt morcelée passe surtout à la classe "autre couvert" (agriculture permanente). Cette fragmentation est donc une étape intermédiaire vers une agriculture permanente;

(iv) 82.600 ha (5.4%) ont changé en jachères longues;

(v) 382.100 ha (24,8%) ont changé en forêts ouvertes, ce qui indique une dégradation par perte de densité du couvert forestier. Cela est probablement dû aux feux, à la coupe sélective, à la collecte du bois de chauffage, etc.;
(vi) 9.500 ha (0,6%) ont changé en végétation arbustive.

Les changements décrits ci-dessus ne concernent que la surface originale de la classe des forêts denses. Pour avoir un tableau plus global, il est utile de regrouper les classes.

Pour la présente analyse, les neuf classes de couvert végétal ont été regroupées en cinq groupes, comme suit:

Groupes de couvert végétal	**Classes de couvert végétal**
• Forêt continue (ou non morcelée)	Forêt dense Forêt ouverte Jachère longue
• Forêt morcelée	Forêt morcelée
• Autres terres boisées	Arbustes Jachère courte
• Surface non boisée	Autres couverts Eaux
• Plantations	Plantations d'arbres (forestières et agricoles)

Figure 10
Changements du couvert végétal, Afrique: 1981-90

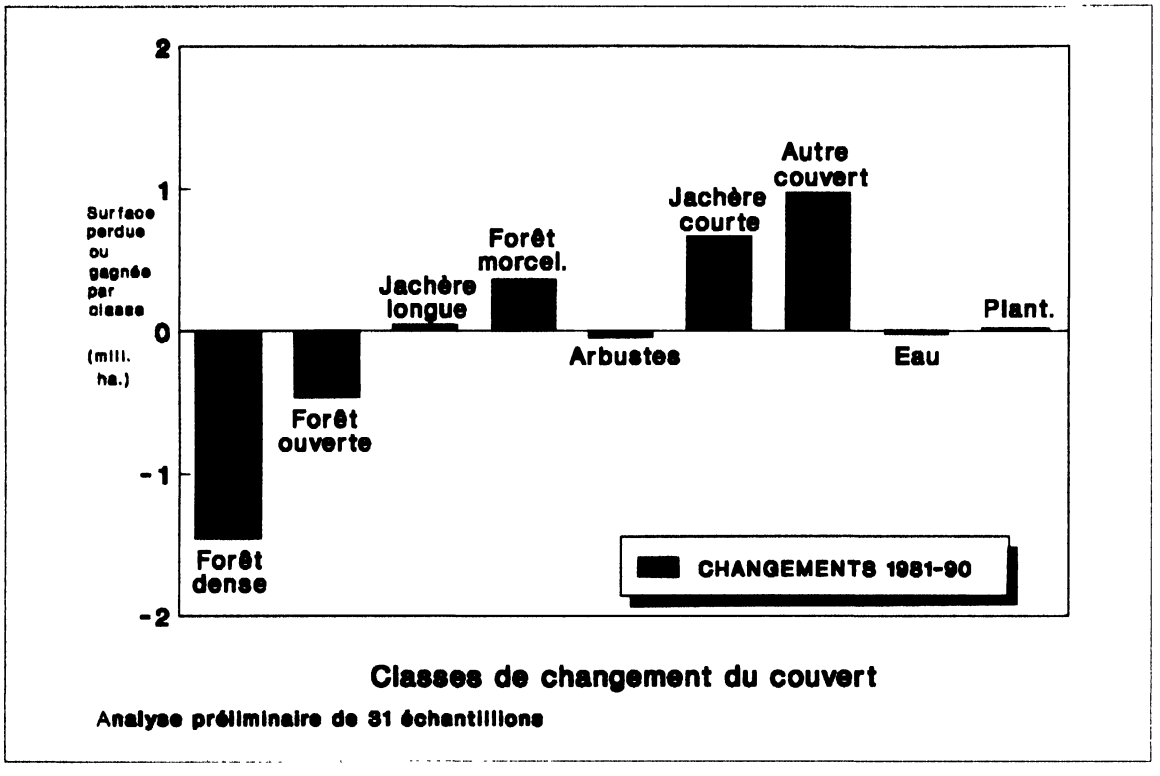


Figure 11
Changements dans la couverture de la forêt dense, Afrique: 1981-90

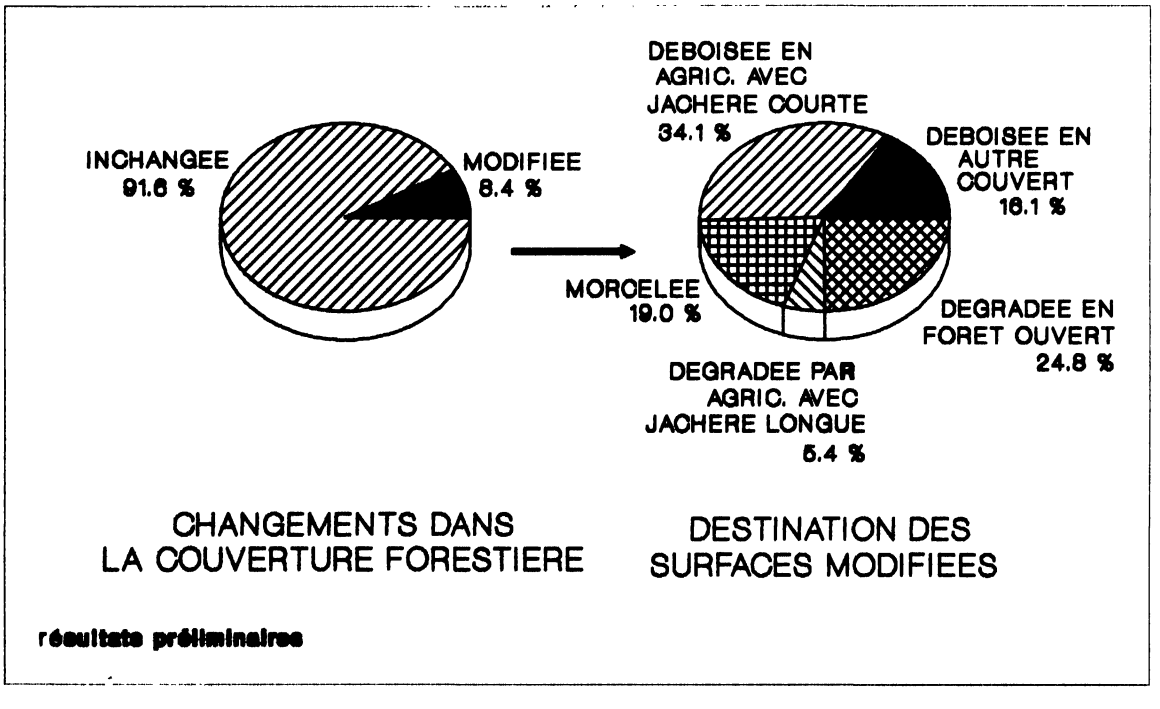
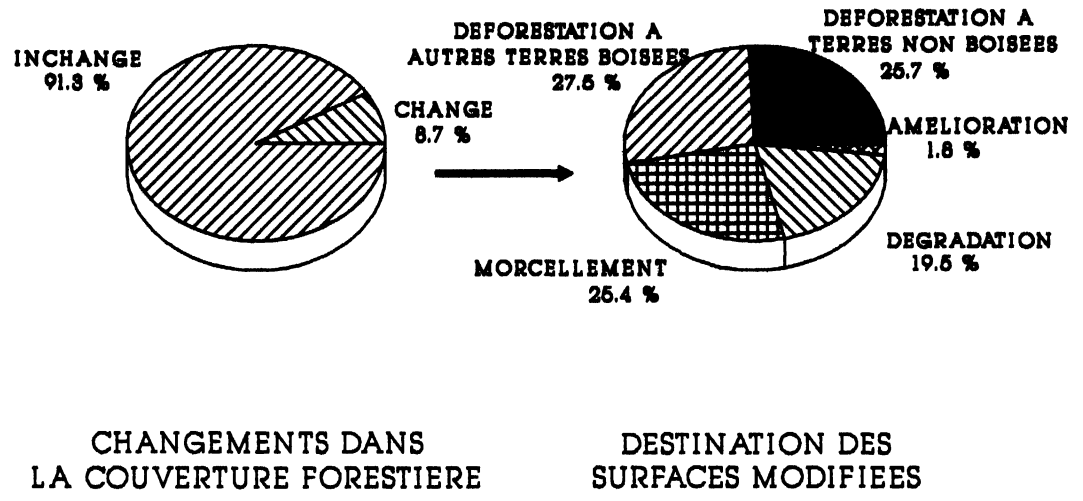


Figure 12
Changements dans le couvert forestier continu, (non fragmenté) Afrique: 1981-90



résultats préliminaires

Dans les regroupements ci-dessus, on remarquera que:

i) les changements ont été regroupés par ordre croissant de perte de biomasse. Les changements au sein du groupe des forêts continues dus à la réduction de la densité (forêt dense en forêts ouvertes) ou à la conversion des forêts en jachères longues sont appelés ici "dégradation des forêts".

ii) les passages d'un couvert forestier continu à un couvert forestier morcelé sont appelés "morcellement" ou "déforestation partielle".

On a par ailleurs identifié deux types de "déforestation":

iii) "Déforestation avec passage vers d'autres terres boisées" la forêt est perdue mais il reste une certaine quantité de biomasse ligneuse";

iv) "Déforestation avec passage vers des terres non boisées" la forêt est perdue et il ne reste pas ou peu de biomasse ligneuse".

Les changements positifs survenus dans la forêt continue sont appelés "amélioration". Cela représente un accroissement de la densité des forêts (forêts ouvertes à forêts denses et jachères longues à forêt).

En 1980, la surface du couvert forestier (continu) était de quelque 30 millions d'ha dans la zone échantillonnée d'Afrique. La figure 12 décrit ce qui est arrivé aux 2,6 millions d'ha (8,7 pour-cent) du couvert forestier continu ayant subi des changements durant la période 1980-1990.

A l'exception des changements positifs peu importants représentés par l'amélioration (1,8 pour-cent correspondant à l'augmentation de la densité ou la diminution des perturbations en forêts continues) et par la transformation en plantations (0,05 pour-cent), le gros de la surface a subi les changements négatifs ci-après:

i) 19,6 pour-cent de **dégradation** (réduction de la densité du couvert ou augmentation des perturbations)

ii) 25,4 pour-cent de **morcellement** (déforestation partielle). En moyenne, ce processus représente une perte de deux tiers de la surface forestière originelle, remplacée peu à peu par des pratiques agricoles.

iii) 27,5 pour-cent de **déforestation** (forêts passant à d'autres terres boisées). Cela indique deux types de processus: la perte de forêts par le changement de ses caractères physionomiques (passage des forêts en zones arbustives) et l'établissement de cultures traditionnelles avec jachères courtes. Ce premier processus est rare alors que le suivant est beaucoup plus important en Afrique. Dans les deux cas, il reste une certaine quantité de biomasse.

iv) 25,7 pour-cent de **déforestation** (forêts passant dans le groupe des surfaces non boisées). Cela représente une perte totale de biomasse ligneuse. C'est le niveau extrême de dégradation, la conversion à l'agriculture permanente ou la création de points d'eau (cette dernière étant ici négligeable).

On a approfondi l'analyse des données d'échantillonnage par zone écologique et on a établi les matrices de transferts correspondantes.

3.2 Evaluation par région écologique

Afin de comprendre ces processus dans un contexte écologique, les résultats obtenus de la télédétection basée sur des parcelles échantillons ont été classées par zone écologique. Les observations faites jusqu'ici ont permis d'établir les grands groupes suivants: i) **Zone de forêts humides de basse altitude** (avec une période de sécheresse brève ou longue); ii) **Zone de forêts sèches de basse altitude** (allant de sèches à arides); iii) **Zone de forêts montagnardes humides** (montagnardes et pré-montagnardes humides avec une période de sécheresse brève ou longue).

Les résultats sont d'abord présentés et examinés pour la région Afrique. Le tableau 11 donne des informations sur la surface de terres et de forêts échantillonnées par principale formation en Afrique tropicale. Les observations faites jusqu'ici montrent que le taux de changement dans les forêts des zones humides de basse altitude (11 pour-cent) est beaucoup plus important que dans les zones sèches de basse altitude et dans les zones montagnardes humides (5,8 pour-cent et 4,7 pour-cent respectivement). Cela peut s'expliquer par le fait que la zone humide de basse altitude se prête mieux à l'agriculture (et probablement aussi parce que la densité de population y est plus élevée) que les autres zones.

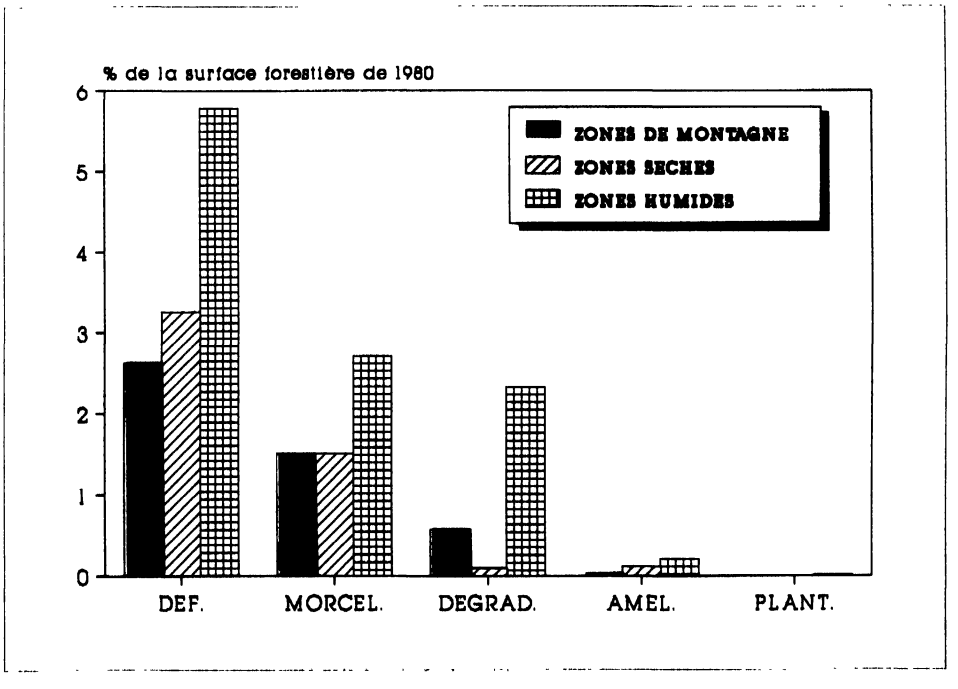
Le tableau 11 et la figure 13 montrent sous la forme de tableaux et de graphiques le type et l'ampleur des changements survenus durant la période 1980-1990 par formation forestière.

Tableau 11
Changements dans les surfaces forestières[1] par zone écologique - Afrique Tropicale

Paramètres	Formations humides de basse altitude		Formations sèches de basse altitude		Forêts montagnardes humides		Total	
	'000 ha	*%*	*'000 ha*	*%*	*'000 ha*	*%*	*'000 ha*	*%*
Caractéristiques de la surface échantillonnée								
Surface des terres étudiées	30.175,0		27.693,3		13.751,0		71.619,3	
Zone forestière 1980	17.503,6		8.697,0		3.805,8		30.006,4	
% de surface des terres		58,0		31,4		27,7		41,9
Surface forestière modifiée 1980-90	1.931,0		508,0		179,8		2.618,8	
% de surface forestière 1980		11,0		5,8		4,7		8,7
Types de changement dans la surface forestière (1980-90)								
Déforesté à non-boisée	380,9	19,7	193,3	38,0	99,2	55,2	673,4	25,7
Déforesté à autres terres boisées	629,6	32,6	90,4	17,8	0,6	0,3	720,5	27,5
Total déboisées	1.010,5	52,3	283,6	55,8	99,8	55,5	1.393,9	53,2
Morcelée	475,7	24,6	131,4	25,9	57,4	31,9	664,6	25,4
Dégradée	408,1	21,1	83,3	16,4	21,7	12,0	513,0	19,6
Améliorée	35,3	1,8	9,7	1,9	1,0	0,6	45,9	1,8
Plantée	1,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,1
Total surface modifiée	**1.931,0**	**100**	**508,0**	**100**	**179,8**	**100**	**2.618,8**	**100**

[1] Englobe toutes les classes de forêt à l'exception de la forêt morcelée.

Figure 13
Changements dans le couvert forestier continu par grand zone écologique, Afrique: 1981-90

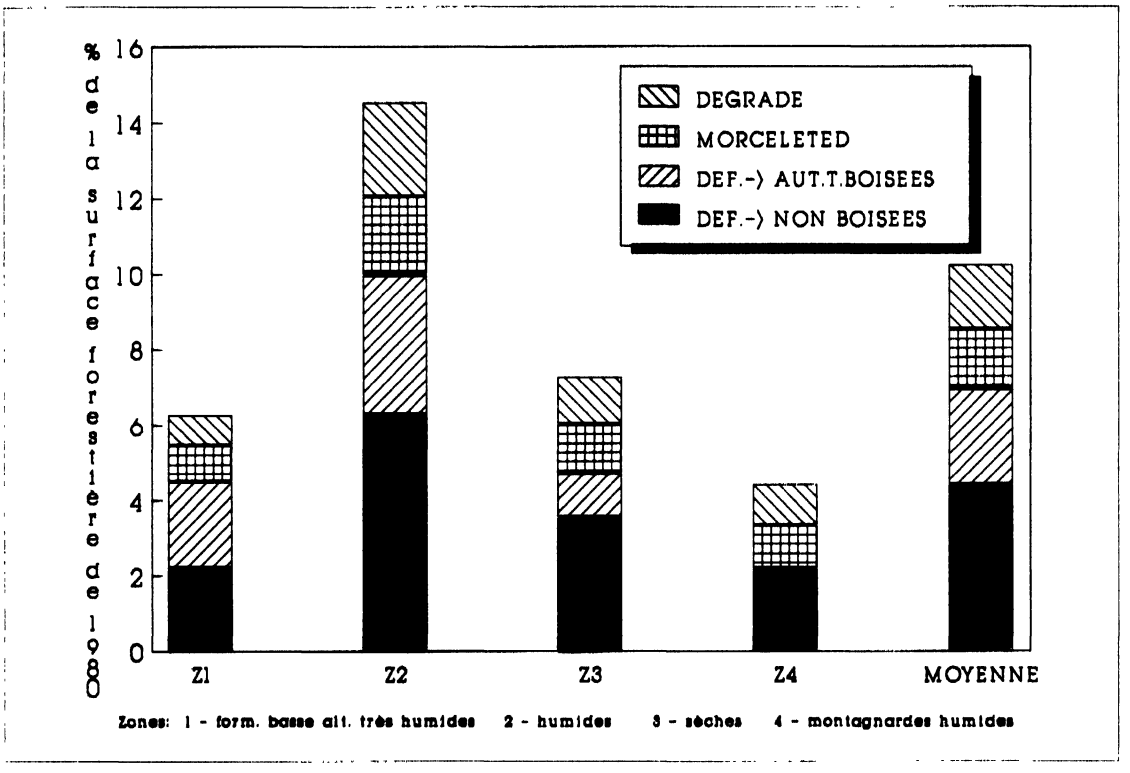


Dans tous les cas, la déforestation reste le principal type de changement. Toutefois, on notera que si la plus grande part de la surface déboisée dans la zone humide de basse altitude passe dans la catégorie "autres terres boisées", dans les deux autres zones, ce type de déforestation est moins important (terres sèches de basse altitude), voire négligeable (forêt montagnarde humide).

Un résultat préliminaire concernant toutes les régions tropicales est donné à la figure 14 montrant que les changements sont assez peu importants dans les formations très humides de basse altitude, très importants dans les formations humides de basse altitude, diminuent dans les formations sèches de basse altitude et que la diminution s'accentue dans les forêts montagnardes humides. Ce modèle de changement dans le couvert forestier semble être relativement similaire à travers les tropiques.

Figure 14

Changements dans le couvert forestier tropical mondial par grande zone écologique: 1981-90

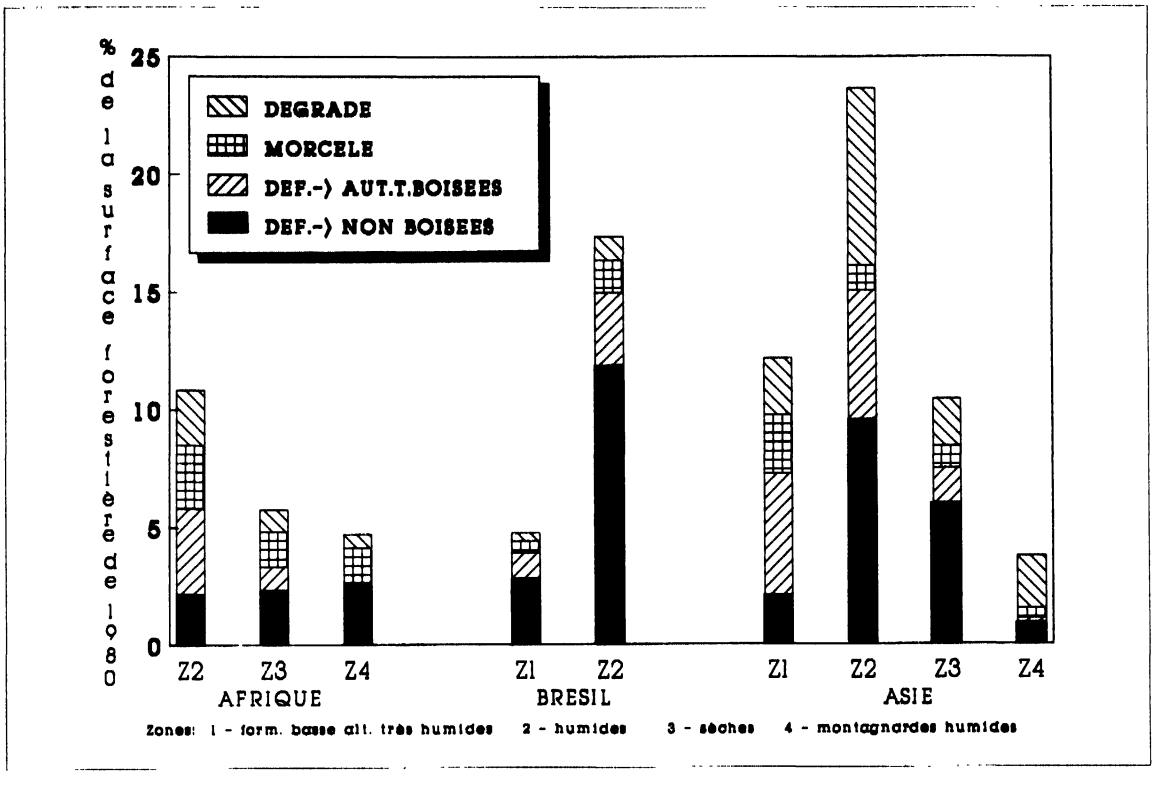


La figure 15 indique la tendance générale par région géographique: le taux le plus élevé de déforestation, de morcellement et de dégradation apparait dans les zones humides de basse altitude. Un schéma similaire à celui observé en Afrique semble exister en Asie et en Amérique tropicales.

Par ailleurs, aussi bien au Brésil qu'en Asie tropicale, les changements de la forêt continue se produisent de façon plus importante qu'en Afrique tropicale, probablement parce que la densité de population est plus forte (en Asie) et que des programmes de réinstallation/exploitation des ressources existent (au Brésil et en Asie). Il est intéressant de voir qu'en Afrique et en Asie, la

zone déboisée est systématiquement accompagnée par des processus de morcellement et de dégradation qui constituent probablement des stades préliminaires de déboisement. Le processus de changement au Brésil, est nettement différent, où presque toute la surface sujette à des changements se déboise, passant à la catégorie "terres non boisées".

Figure 15
Changements dans le couvert forestier par grande zone écologique: 1981-90



3.3 Evaluation préliminaire du plan d'échantillonnage

L'enquête par télédétection a pour but de fournir des données statistiques rationnelles ainsi que des estimations plus précises du couvert forestier et des changements survenus aux niveaux régional et mondial qu'il ne serait possible d'obtenir avec l'aide des données existantes, du fait que la qualité des données, les définitions utilisées pour les inventaires et les dates de référence diffèrent d'un pays à l'autre. En outre, l'enquête devrait fournir pour l'avenir des informations multi-dates fiables et cohérentes pour la modélisation des changements, et des informations détaillées sur les processus de changement.

Les résultats obtenus jusqu'ici confirment que le degré de précision attendu aux niveaux mondial et régional a de bonnes chances d'être atteint (voir tableau 12).

Tableau 12
Erreurs-type initiales et actuelles prévues pour les estimations du couvert forestier

Région	Unités d'échantillonnage		Erreurs-type (%)	
	Nombre total	Nombre d'unités étudiées	Initiales prévues	Actuelles[1] prévues
Afrique	471	47	8,0	6,1
Asie & Pacifique	277	30	8,2	10,8
Amérique latine & Caraïbes	480	40	4,7	5,4
Total	**1228**	**117**	**3,9**	**3,8**

[1] sur la base d'informations provenant des échantillons achevés.

Les analyses montrent que la stratification a une valeur limitée en Afrique, une certaine valeur en Asie et donne une amélioration substantielle en Amérique latine. On a noté également qu'une stratification qui est utile pour l'estimation du couvert forestier ne convient pas forcément pour estimer les changements. Compte tenu de ces différences, en vue de réduire l'erreur d'échantillonnage, il faut utiliser des variables auxiliaires appropriées à chaque situation. Par une bonne sélection des variables auxiliaires, on devrait obtenir des données plus précises tant pour le couvert forestier que pour les changements.

Les informations sur les processus de changement fournies par le plan d'échantillonnage sont uniques et des plus utiles pour la prise de décision. La matrice de transferts est un outil inestimable pour illustrer les conséquences futures à diverses échéances si aucune mesure n'est prise pour modifier les processus de changement.

4. MORCELLEMENT DES FORETS

On donne ici les résultats pour les sous-régions Afrique de l'Ouest et Bassin de l'Amazone car elles représentent deux types de morcellement intéressants et opposés:

- la sous-région Afrique de l'Ouest est à un stade avancé d'épuisement des forêts: la forêt dense forme plusieurs îlots dans une "mer" de cultures et jachères forestières mélangées;
- dans le Bassin de l'Amazone, le déboisement gagne peu à peu la partie centrale des forêts. Dans ce paysage, le morcellement est surtout représenté par la complexité de l'interface de la forêt avec d'autres types de couvert végétal.

Les deux types représentent différents stades du développement démographique: le premier, bien avancé, très influencé par la pression démographique, le dernier, relativement récent, avec une faible pression démographique.

4.1 Etude de cas relative à l'Afrique de l'Ouest

Cette sous-région est caractérisée par un rapport jachère forestière/forêt dense très élevé même dans les zones éco-floristiques "climax de forêts denses ombrophiles" et la forêt dense restante forme des îlots comme le montre la figure 16.

Une base de données concernant les propriétés géométriques des îlots forestiers a été créée et des statistiques ont été produites au niveaux des districts et des pays. Le morcellement a été mesuré par l'indice périmètre-surface (PAI).

Comme le montre le diagramme à barres (figure 17), il y a un rapport entre le PAI et les estimations du déboisement faites au niveau national par le Projet. On notera que le Libéria et la Sierra Leone ont été exclus du fait de la présence de nuages dans les deux pays au moment où les images satellite ont été prises, ce qui a produit un degré de morcellement apparemment plus élevé qu'il ne l'est en réalité.

Figure 16
Afrique de l'Ouest: carte des fôrets NOAA

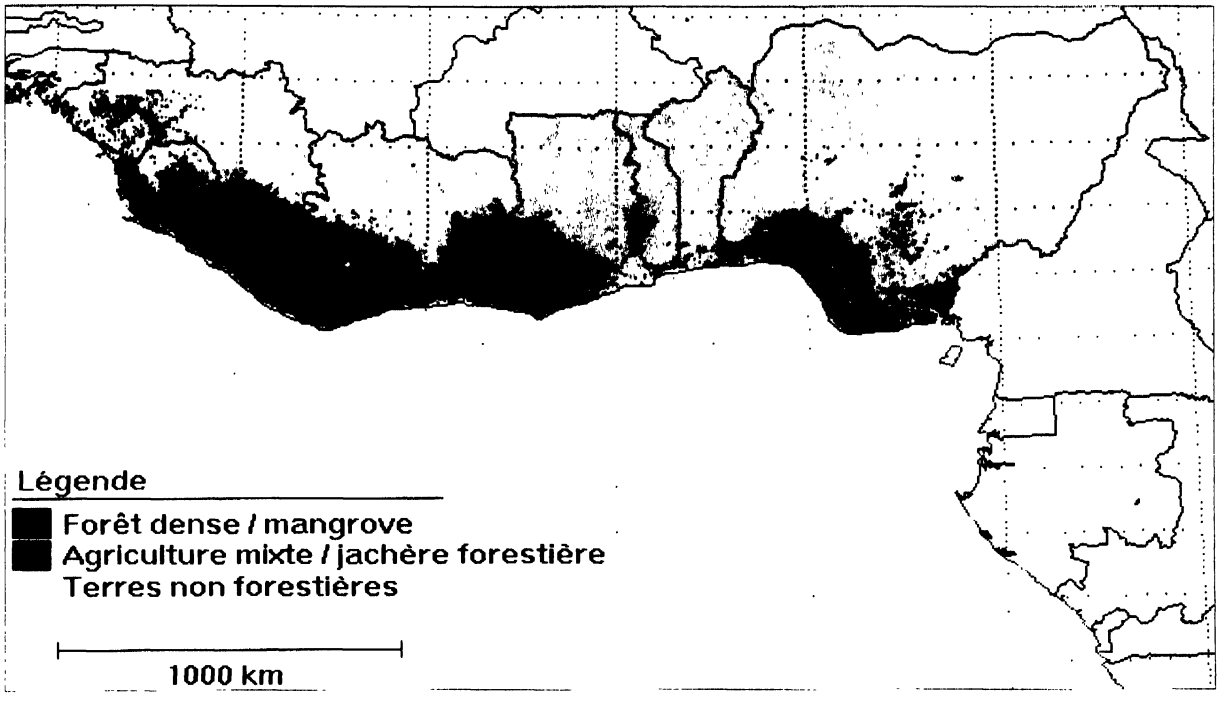
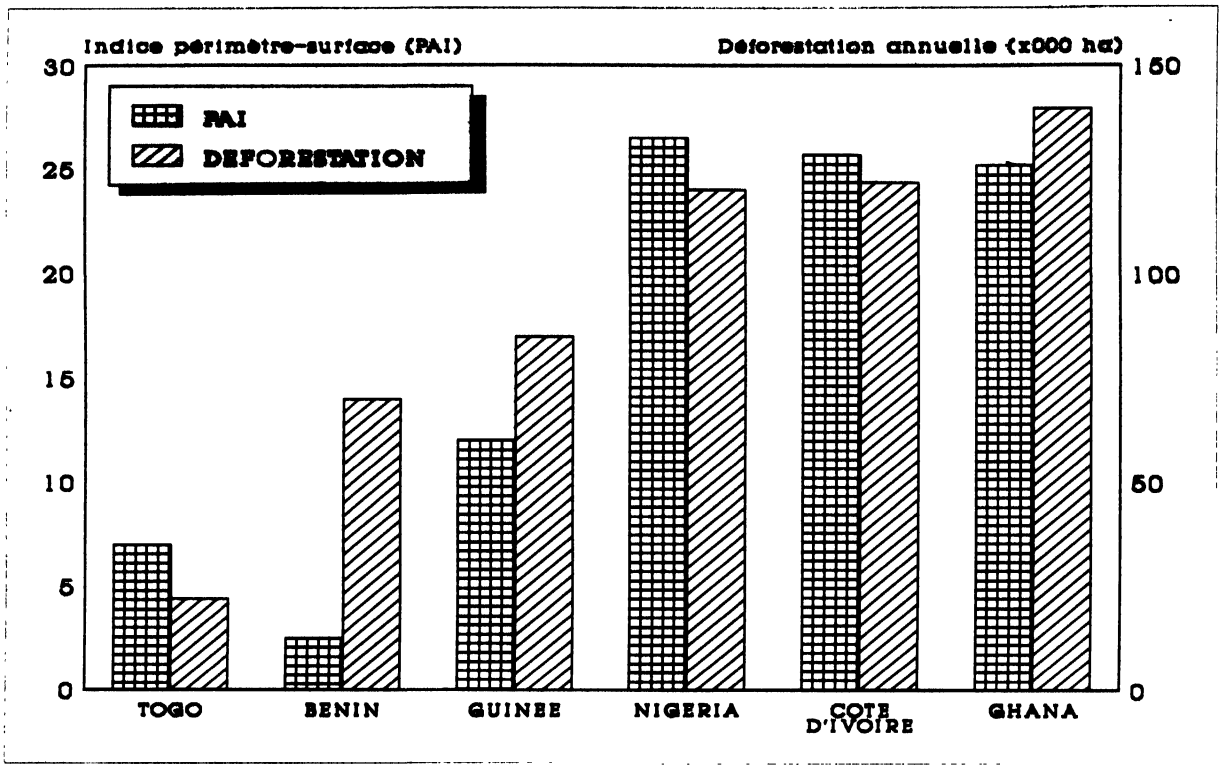


Figure 17
Comparison morcellement/déforestation, Afrique de l'Ouest



4.2 Etude de cas relative au Brésil

Dans les deux Etats brésiliens, Acre et Rondonia, les caractéristiques du paysage ne sont pas les mêmes qu'en Afrique de l'Ouest. Au Brésil, la forêt est le type de couverture dominant et la déforestation se fait le long de couloirs de transport plus ou moins linéaires tels que le fleuve Amazone et les principales routes. Les effets de la déforestation sont clairement visibles sur les cartes (voir figures 18 et 19).

Les deux Etats ont des taux de déforestation différents; il est intéressant d'analyser comment ce processus s'accompagne de la présence de zones "à risque" où la déforestation s'intensifiera probablement. Ces zones mentionnées dans la légende de la carte comme *partie périphérique de la forêt*, ont été délimitées sur la carte des forêts en traçant une zone tampon arbitraire d'une largeur appropriée, 10 km dans le cas présent, à partir du bord des forêts cartographiées en allant vers la partie centrale. Cette ceinture ou cette zone de forêts couvre la zone déjà perturbée ou qui risque d'être perturbée ou altérée. Des statistiques de type spatial ont été obtenues pour les deux régions comme le montre les tableaux 13 et 14.

Figure 18
Acre: carte des forêts NOAA

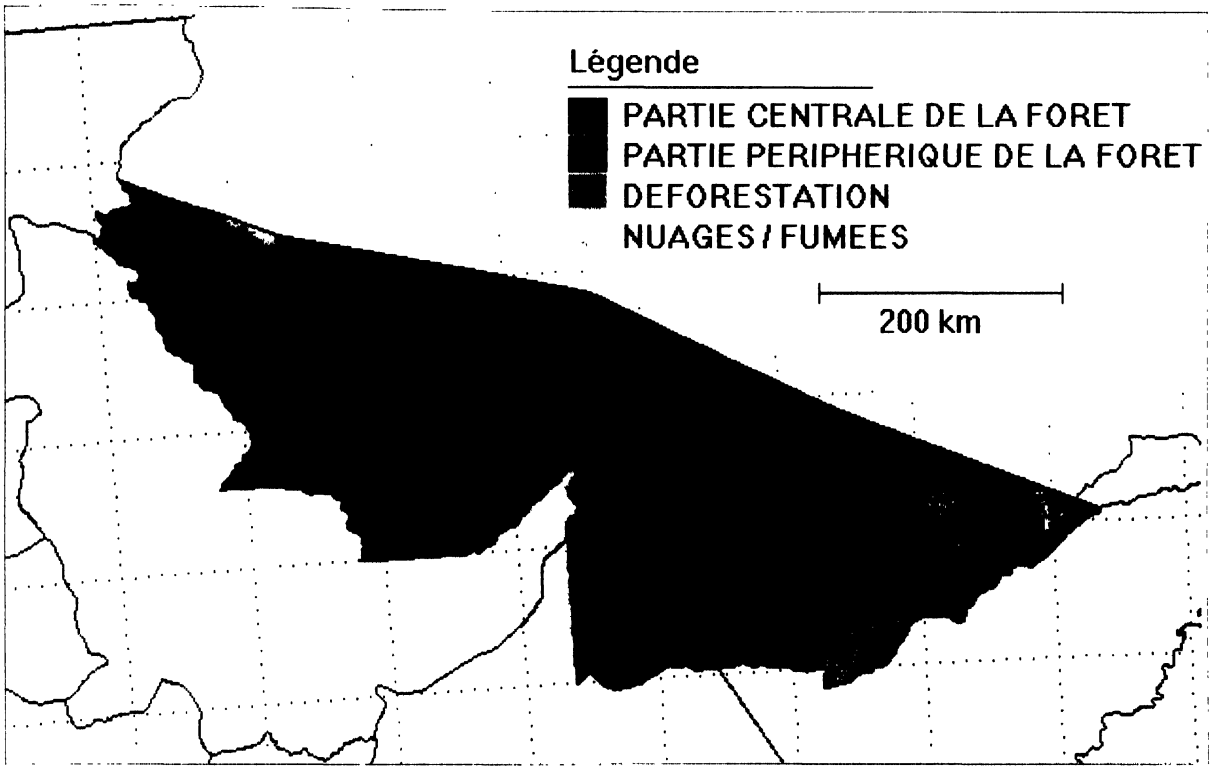


Tableau 13
Statistiques relatives à la partie périphérique et à la partie centrale de la forêt — Etat d'Acre

Carte : Acre - Carte de végétation NOAA		
Classe	**Légende**	**Surface (%)**
1	Partie centrale	68,82
2	Partie périphérique	25,16
3	Déforestation	5,72
4	Nuages/fumées	0,29
Total des quatre classes		**100,00**

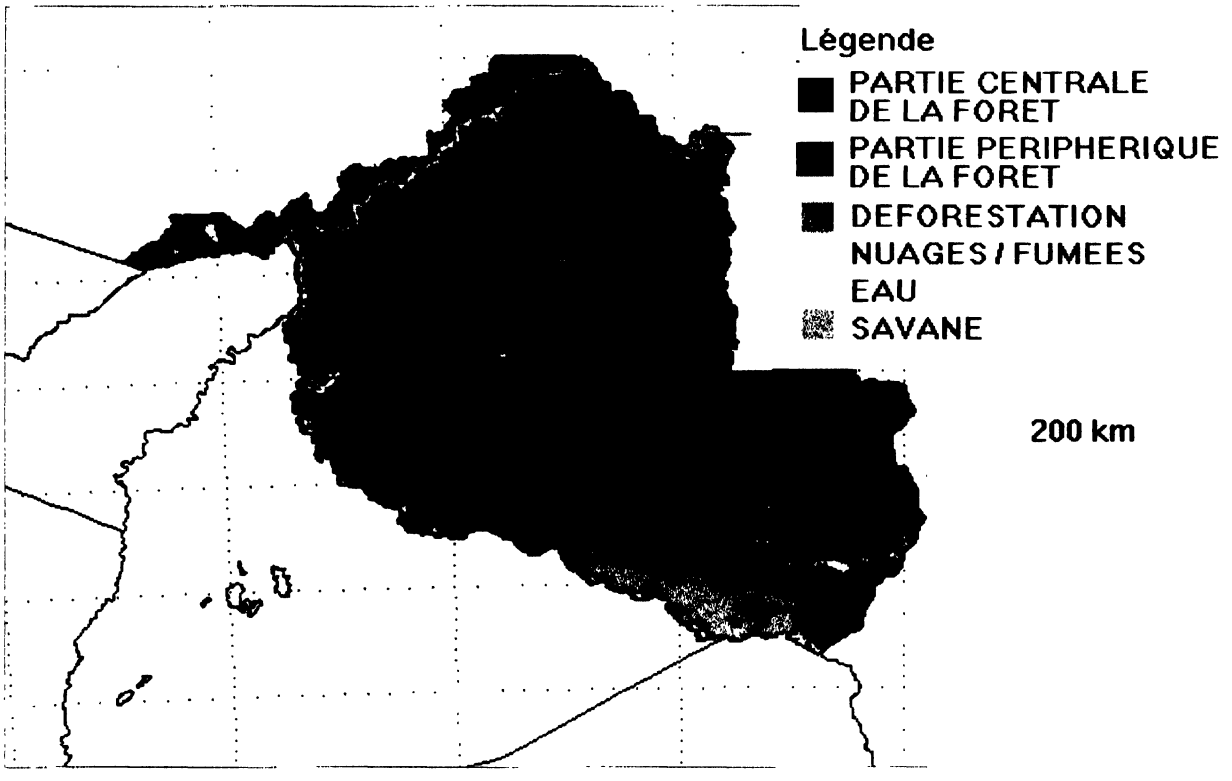


Tableau 14

Statistiques relatives à la partie périphérique et à la partie centrale de la forêt — Etat de Rondonia

Carte : Rondonia - Carte de végétation NOAA

Classe	Légende	Surface (%)
1	Partie centrale	16,33
2	Partie périphérique	62,60
3	Déforestation	14,06
4	Nuages/fumées	0,43
5	Eau	1,31
6	Savane	5,26
Total des six classes		**100,00**

Tableau 15
Rapport partie périphérique/partie centrale — États d'Acre et de Rondonia (Brésil)

Classe de forêt	Région forestière	
	Acre Surface (%)	Rondonia Surface (%)
Partie centrale	68,8	16,3
Partie périphérique	25,2	62,6
Rapport périphérique/centrale	27 %	79 %

Le tableau 16 montre les chiffres actuels sur la déforestation ainsi que le rapport partie périphérique/partie centrale pris dans le tableau précédent.

Tableau 16
Relation entre le rapport partie périphérique/partie centrale de la forêt et la déforestation

Etats	Surface des terres	Forêts 1980	Forêts 1990	Déforestation annuelle	Rapport périphérique/ centrale
		(en milliers d'ha)			*(%)*
Acre	15 370	15 098	14 422	-68	27 %
Rondonia	23 838	23 119	20 809	-231	79 %

Source: Base de données FORIS

Le taux de déforestation annuel dans l'Etat de Rondonia est estimé à 1,1 % environ de la forêt restante, tandis que dans l'Etat d'Acre il est de 0,5 pour-cent. L'analyse partie périphérique/partie centrale révèle que plus de 75 pour-cent de la forêt de la Rondonia tombe dans la catégorie "zone périphérique" contre 25 pour-cent dans l'Etat d'Acre. Ces statistiques indiquent clairement le risque d'une intensification de la dégradation des ressources forestières.

Chapitre V

ETUDES SPECIALES

Dans le cadre de la présente évaluation, des études spéciales ont été réalisées sur l'état actuel de la conservation des forêts, de l'aménagement des forêts naturelles, de l'exploitation du bois d'oeuvre et des plantations. Le Centre mondial de surveillance de la conservation (WCMC) a apporté sa contribution relativement à l'aménagement et à la conservation des forêts au titre du Projet d'évaluation des zones tropicales aménagées de 1990. Sur la base de ces données, on donne au tableau 17 l'étendue des zones forestières juridiquement classées dans des buts divers.

Terminologie

Secteur forestier: partie de l'administration responsable de l'aménagement des terres forestières.

Forêt classée: terre forestière qui est juridiquement classée (note: les forêts classées sont généralement délimitées).

Forêt de conservation: partie des terres forestières destinée à la conservation en vertu d'une loi ou d'un autre type de réglementation.

Aire de conservation: on utilise le terme "aire de conservation" au lieu de "zone protégée" dont il est synonyme.

Forêt de production : forêt dont les conditions de sol et de relief se prêtent à la production de bois et autres produits de manière durable. La distance jusqu'aux centres de consommation ou d'exportation n'est pas prise en compte, ce qui signifie que des forêts inaccessibles d'un point de vue économique sont incluses dans cette classe.

Forêts de protection: zones forestières situées sur un terrain fragile trop abrupt ou trop inégal, ou sujet à des inondations périodiques ou permanentes.

Secteur faune sauvage: partie de l'administration responsable de la conservation de la nature.

L'aménagement forestier, au sens large, tel qu'il est employé ici, comprend l'aménagement des forêts pour la production de bois, la conservation des sols et des eaux ainsi que l'aménagement des zones protégées.

On peut dire que l'aménagement forestier commence lorsqu'une surface forestière est délimitée et mise à part afin d'être aménagée pour la production future de biens et services. Les

étapes suivantes comprennent: l'inventaire du site et du peuplement, la préparation d'un plan d'aménagement et le contrôle, l'application de traitements sylvicoles, toutes ces activités supposant la mise en place des institutions et des moyens nécessaires. Ainsi, l'aménagement forestier devrait être considéré comme partie intégrante d'un processus de développement visant à renforcer la capacité des sites et des peuplements forestiers de produire d'une manière soutenue les biens et services prévus.

Il y a lieu de remarquer que le terme "*protection*" utilisé dans le tableau se rapporte aux forêts mises de côté pour conserver le sol et les eaux, tandis que le terme "*conservation*" se rapporte à la conservation biologique (par exemple de la faune sauvage). La classification juridique n'est que le point de départ de l'aménagement. Elle doit être suivie de mesures appropriées pour la conservation, la gestion et la mise en valeur des forêts.

Tableau 17
Etendue des forêts juridiquement classées sous les tropiques, par fonction (fin 1990)

Région	Surface des terres	Production		Protection		Conservation		Total	
	millions ha	millions ha	% des terres	millions ha	% des terres	millions ha	% des terres	millions ha	% des terres
Afrique	**2.236,1**	**58,3**	**2,6**	**7,8**	**0,3**	**18,1**	**0,3**	**84,2**	**3,8**
Afrique de l'Ouest sahélienne	528,0	16,9	3,2	5,1	1,0	1,3	0,3	23,3	4,4
Afrique de l'Est sahélienne	489,7	1,6	0,3	0,1	0,0	2,3	0,3	4,0	0,8
Afrique de l'Ouest	203,8	13,0	6,4	1,5	0,7	5,0	2,3	19,5	9,6
Afrique centrale	398,3	3,0	0,8	0,4	0,1	1,2	0,3	4,6	1,2
Afrique australe tropicale et insulaire	616,3	23,8	3,9	0,7	0,1	8,3	1,3	32,8	5,3
Asie et Pacifique	**892,1**	**151,2**	**16,9**	**43,8**	**4,9**	**26,8**	**3,0**	**221,8**	**24,9**
Asie du Sud	412,2	59,4	14,4	1,0	0,2	0,3	0,1	60,7	14,7
Asie du Sud-Est continentale	190,1	20,1	10,6	9,7	5,1	19,8	10,4	49,6	26,1
Asie du Sud-Est insulaire	244,4	71,7	29,3	33,1	13,5	6,7	2,5	111,5	45,6
Pacifique	45,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Amérique latine & Caraïbes	**1.650,2**	**99,9**	**6,1**	**90,1**	**5,5**	**26,4**	**1,3**	**216,4**	**13,1**
Amérique Centrale et Mexique	239,6	12,0	5,0	73,2	30,6	0,8	0,8	86,0	35,9
Caraïbes	69,0	0,9	1,3	0,8	1,2	0,8	1,2	2,5	3,6
Amérique du Sud tropicale	1.341,6	87,0	6,5	16,1	1,2	24,8	1,5	127,9	9,5
Total	**4.778,4**	**309,4**	**6,5**	**141,7**	**3,0**	**71,3**	**1,5**	**522,4**	**10,9**

1. AMENAGEMENT FORESTIER A DES FINS DE CONSERVATION

Le terme "*aire de conservation*" a été utilisé au lieu de "*zone protégée*" et signifie "surfaces de terre/et ou d'eau allouées par la loi ou autre réglementation à la conservation afin de protéger et maintenir la diversité biologique et les ressources naturelles et culturelles qui y sont associées". Cette définition a été adoptée lors du 4ème Congrès mondial des parcs nationaux et des zones protégées, qui s'est tenu à Caracas, du 10 au 12 février 1992.

Sur la base de l'étude effectuée par le WCMC, le tableau 17 résume les résultats aux niveaux régional et mondial et fournit une répartition par type d'institution de gestion, telles que les administrations forestières nationales, les administrations nationales s'occupant de la faune sauvage et les autres institutions. Les chiffres concernant les terres forestières sous contrôle du secteur forestier ont été obtenus en ajoutant les aires de protection et de conservation.

Tableau 18
Nombre et étendue des aires de conservation dans les secteurs forestiers, de la faune sauvage et les autres secteurs

Région	Aires de conservation dans les secteurs forestiers faune sauvage et autres secteurs				
	Secteur forestier	Secteur faune sauvage	Autres secteurs	Total	
	Surface millions ha			*Surface millions ha*	*Proportion des terres %*
Afrique	25,9	197,7	0,6	224,2	10,0
Asie et Pacifique	70,5	55,6	0,8	126,9	14,2
Amérique latine & Caraïbes	116,5	118,4	120,7	355,6	21,5
Total	**212,9**	**371,7**	**122,1**	**706,7**	**14,8**

Source: Evaluation de l'état de la conservation des forêts tropicales mondiales; WCMC, contribution au Projet FRA 1990 de la FAO

Les résultats de l'évaluation montrent qu'une proportion importante des forêts tropicales est sous aménagement à des fins de conservation ou de protection. Toutefois, ces données quantitatives doivent être nuancées par une évaluation réaliste de l'efficacité de l'aménagement et des menaces pesant sur les sites existants. Dans les zones tropicales, les législations sont souvent inadéquates et leur application a tendance à être inefficace. Par ailleurs, il est fréquent que les supports institutionnels soient faibles, la gestion souvent médiocre, voire inexistante, et les sources de financement insuffisantes. En conséquence, il y a une forte tendance vers les "parcs fictifs" dont l'existence est en grande partie théorique et qui ne sont pas matérialisés sur le terrain par des réserves de conservation réelles et durables. De plus, les sites qui existent sont en conflit croissant avec d'autres utilisations du sol.

Malgré l'image apparemment encourageante qui ressort des données, il est souvent impossible de savoir si un réseau d'aires de conservation est représentatif ou non, particulièrement en termes de diversité biologique. Une étude spéciale effectuée par le WCMC montre que sur 8 715 aires de conservation, 5 pour-cent seulement ont été inventoriées pour un groupe taxonomique ou plus. De plus, les zones de conservation ont fréquemment été établies avec peu ou aucune considération de critères écologiques pour leur sélection. La pression continue et croissante s'exerçant sur les terres dans tous les pays tropicaux, particulièrement dans ceux de

l'Asie densément peuplés, a contraint à sélectionner les zones de conservation sur des bases pragmatiques et non nécessairement scientifiques.

2. AMENAGEMENT FORESTIER A DES FINS DE PRODUCTION DE BOIS

2.1 Aménagement forestier durable

Selon le Projet FAO/PNUE d'évaluation des ressources forestières de 1980, à la fin de 1980, l'état de l'aménagement forestier était le suivant: la superficie forestière aménagée était d'environ 41,3 millions d'ha qui constituaient 4,3 pour-cent de la surface forestière totale rapportée. L'Asie tropicale représentait 39,1 millions d'ha dont 32,5 millions dans un seul pays, l'Inde. Les 8,8 millions d'ha restants étaient répartis dans 18 autres pays. Le terme "aménagement forestier" a été utilisé pour couvrir uniquement la production de bois et signifie l'application contrôlée de réglementations concernant l'exploitation forestière, complétées par des mesures sylvicoles et protectrices appropriées visant à maintenir ou à accroître la productivité des forêts.

Depuis 1980, un certain nombre d'études sur l'aménagement forestier ont été entreprises par la FAO (voir Etude FAO: Forêts N° 53, 55, 88 et 89; *Unasylva* N° 156 et 159) et l'Organisation internationale des bois tropicaux (OIBT).

Selon un rapport de l'OIBT publié en 1988: "La surface de forêts tropicales humides effectivement soumise à un aménagement dans les pays membres de l'OIBT (à l'exclusion de l'Inde) représentait tout au plus environ un million d'ha et est maintenant réduite d'environ un cinquième. Ceci sur une superficie totale estimée à quelque 828 millions d'ha de forêts tropicales productives qui restaient en 1985 dans tous les pays où elles sont présentes. Cela étant, il est nécessaire d'agir sans délai, non seulement pour assurer l'aménagement efficace des forêts encore inexploitées, mais aussi pour évaluer l'état des forêts exploitées et des terres forestières dégradées, et préparer des mesures pour rendre ces dernières durablement productives aussi rapidement que possible".

Il faut mentionner que l'OIBT a appliqué des critères stricts pour définir le terme aménagement pour la production durable de bois d'oeuvre: il devrait être fait sur une échelle opérationnelle et non expérimentale; il devrait inclure les outils essentiels d'aménagement définissant les objectifs, les plans de travail, les cycles d'abattage, le contrôle et les prévisions du rendement, etc.; et il devrait répondre aux critères politiques, sociaux et économiques sans lesquels la durabilité est peu probable.

L'Asie du Sud étant une sous-région importante pour ce qui est de la surface aménagée, on a utilisé comme source d'information fiable une étude effectuée par la Forest Survey of India (FSI). Selon son rapport sur l'état des forêts (1987), 59 millions sur 75 millions d'ha de terres sous le contrôle du Ministère des forêts faisaient l'objet de "working plans" (plans d'aménagement). Bien que, dans l'ensemble, les prescriptions de ces plans aient été suivies, il n'a été possible d'assurer une régénération naturelle adéquate que sur 15 pour-cent de la superficie forestière totale correspondante. Cela est à attribuer au pâturage et au fait que les forêts n'ont pas été protégées suffisamment contre les feux. Sur plus de 60 pour-cent de la superficie intéressée par les plans d'aménagement, la coupe annuelle a dépassé l'accroissement à cause d'abattages non autorisés, principalement pour obtenir du bois de feu.

Le tableau de l'aménagement des forêts naturelles dressé dans les rapports de l'OIBT et de la FSI est plus sombre en 1990 qu'en 1980. Toutefois, certains progrès méritent d'être signalés. En Malaisie, après que des forêts à Dipterocarpacées de basse altitude soumises à un aménagement intensif aient été converties à d'autres emplois (notamment plantations de palmiers à huile et agriculture), l'aménagement de forêts à Dipterocarpacées de colline a commencé. A cet effet, quelque 9,8 millions d'ha ont été mis à part comme réserve forestière permanente pour la production de bois. En Indonésie, l'interdiction d'exporter des grumes associée au développement d'une industrie locale basée sur le bois et à l'établissement de réserves pour la production devraient encourager la foresterie intégrée et l'essor des industries forestières.

En Inde, la loi de 1980 sur la conservation des forêts (amendée en 1988) a eu un effet bénéfique en ralentissant le rythme du déboisement. Les interdictions d'abattre dans plusieurs régions du pays conjuguées à d'énergiques campagnes de promotion des plantations agro-forestières devraient réduire la pression sur les forêts naturelles. Toutefois, des investissements directs sont nécessaires pour régénérer et aménager de manière intensive les forêts naturelles.

Des initiatives pour l'aménagement durable des forêts naturelles sont également signalées au Ghana, au Cameroun, en Côte d'Ivoire et en République centrafricaine.

Au Mexique environ 5,5 millions d'ha seraient aménagés et des traitements sylvicoles sont appliqués afin d'améliorer les volumes sur pied. En Amérique du Sud, on a procédé à plusieurs opérations pilotes d'aménagement (*Unasylva* N°169) qui pourraient donner des orientations pour le développement de l'aménagement forestier dans la région.

2.2 Exploitation forestière

Tendance historique. Avec le concours de la Division des produits forestiers du Département des forêts de la FAO, le Projet a effectué une étude des tendances en matière d'exploitation du bois d'oeuvre, à l'aide de la base de données FORIS.

La figure 20 montre les tendances de la production annuelle de grumes, sciages et placages industriels non résineux dans les trois régions tropicales de 1961 à 1990. On observe une stagnation en Afrique, un accroissement léger mais continu en Amérique latine et aux Caraïbes, et un accroissement fort et continu dans la région Asie/Pacifique.

Le tableau 18 donne les informations de base sur l'intensité de l'exploitation et les surfaces exploitées par région. Dans les trois régions (voir figure 21), on note un accroissement faible mais continu de la part des opérations forestières qui ont lieu dans la forêt exploitée déjà une fois au moins. Ce phénomène est en partie dû au fait que moins de forêt intacte subsiste chaque année, mais aussi au fait que l'évolution des marchés a amélioré la faisabilité économique de réexploitation de surfaces qui avaient déjà été exploitées il y a vingt ans ou plus. Ceci est particulièrement vrai avec l'acceptation croissante sur le marché d'essences moins connues. Bien que l'accroissement soit rarement très important, il est assez régulier, et sur une période de plusieurs décennies, l'effet est significatif.

Figure 20

Tendance dans la production moyenne annuelle de bois d'oeuvre feuillu (grumes, sciages et placages) dans les trois principales régions des tropiques de 1961 à 1990.

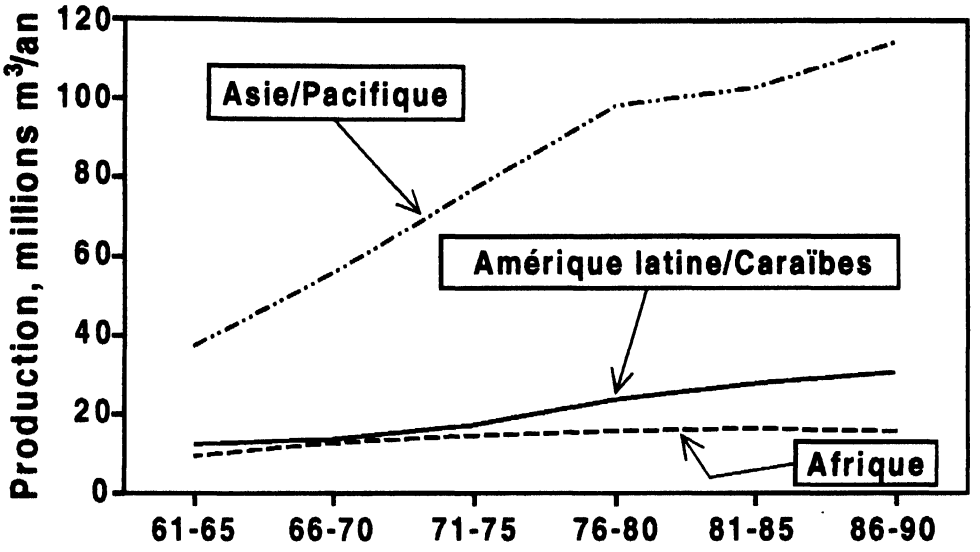


Tableau 19

Estimations de l'intensité d'exploitation et des surfaces exploitées par an en forêt dense feuillue, dans les trois grandes régions tropicales, 1961-90

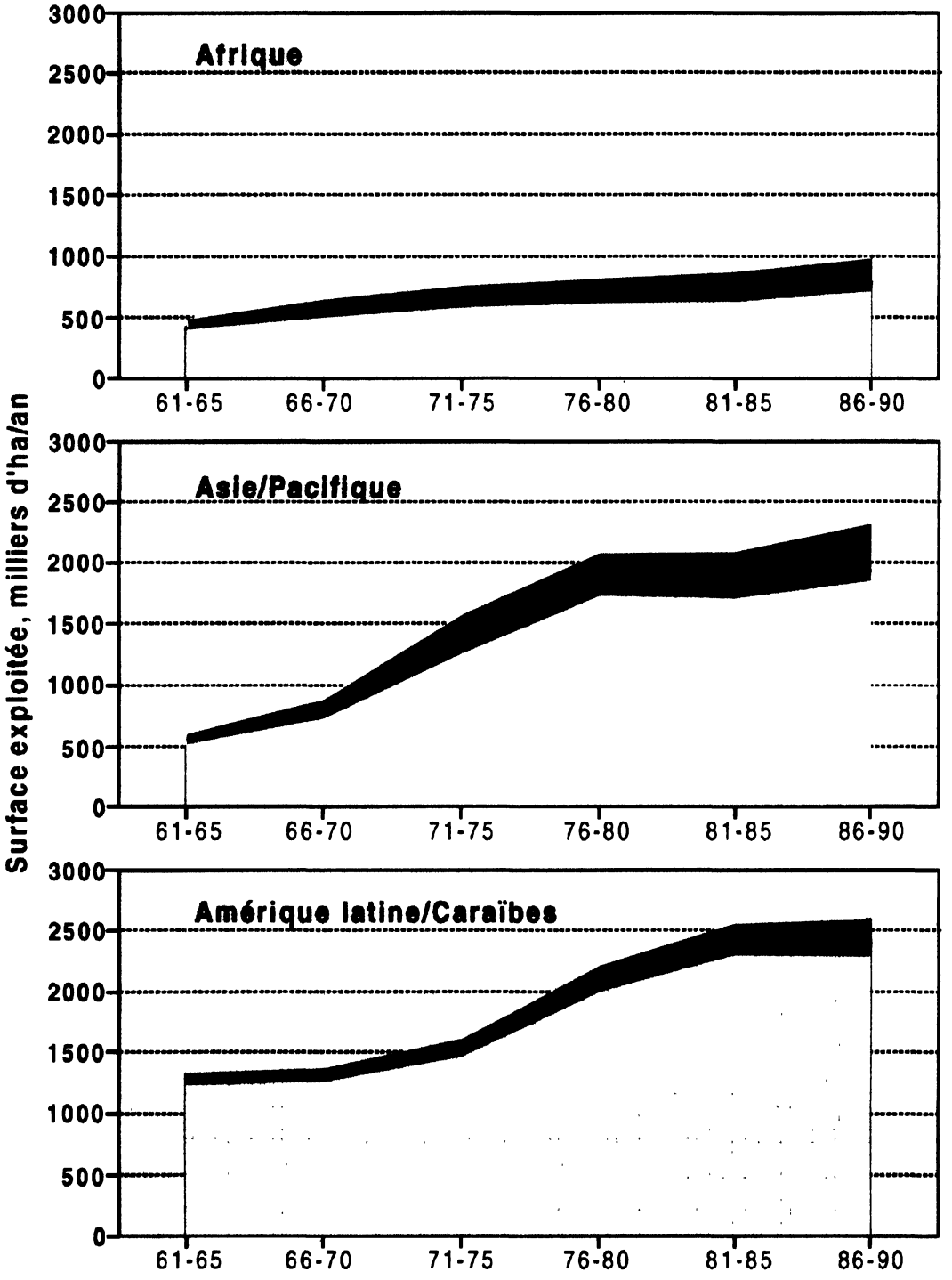
Période	Afrique			Asie et Pacifique			Amérique latine et Caraïbes			Tous les pays tropicaux		
	Intensité moyenne d'exploitation (m³/ha)	Surfaces de forêts exploitées annuellement (milliers d'ha)		Intensité moyenne d'exploitation (m³/ha)	Surfaces de forêts exploitées annuellement (milliers d'ha)		Intensité moyenne d'exploitation (m³/ha)	Surfaces de forêts exploitées annuellement (milliers d'ha)		Intensité moyenne d'exploitation (m³/ha)	Surfaces de forêts exploitées annuellement (milliers d'ha)	
		Forêt intacte	Forêt déjà exploitée		Forêt intacte	Forêt déjà exploitée		Forêt intacte	Forêt déjà exploitée		Forêt intacte	Forêt déjà exploitée
61-65	14	394	91	42	510	78	7	1.247	57	17	2.152	226
66-70	14	506	137	43	750	135	8	1.260	76	20	2.516	348
71-75	14	593	166	35	1.343	221	8	1.485	119	20	3.422	505
76-80	14	612	215	33	1.732	319	8	2.011	183	19	4.356	717
81-85	14	634	239	32	1.718	369	8	2.297	251	18	4.648	859
86-90	13	723	248	33	1.861	453	8	2.287	320	19	4.871	1.020

Il ressort du tableau 19 et de la figure 21 que la surface annuelle exploitée est fonction de la richesse (volume à l'ha) en essences commerciales dans les différentes régions. Par exemple, même si le *volume* des grumes, sciages et placages des bois non résineux annuellement produit dans la région Asie/Pacifique entre 1986 et 1990 était 3,7 fois supérieur au volume produit pendant la même période dans la région Amérique latine/Caraïbes, la **surface totale exploitée** en Asie tropicale est estimée à seulement 89 pour-cent de celle de l'Amérique tropicale. Ceci est dû au fait que le volume moyen de bois commercial exploité par unité de surface dans la région Asie/Pacifique entre 1986 et 1990 est estimé à 33 m3 par ha par rapport à une moyenne de seulement 8 m3 par ha dans la région Amérique latine/Caraïbes.

Figure 21

Surfaces estimées de forêts denses feuillues tropicales exploitées chaque année dans les trois grandes régions des tropiques (estimations).

La couleur grisée correspond aux forêts intactes et la couleur foncée correspond aux forêts déjà exploitées au moins une fois.



Effets de l'exploitation du bois d'oeuvre sur le peuplement et le site

Effets associés à l'exploitation du bois industriel sous les tropiques. L'exploitation du bois d'oeuvre sous les tropiques, comme dans les régions tempérées, est une activité fondamentalement perturbatrice qui modifie intentionnellement la structure de la forêt et peut également influer sensiblement sur les valeurs écologiques et les ressources forestières non ligneuses. Les effets associés à cette exploitation sont généralement de deux types: ceux qui touchent le peuplement qui subsiste une fois l'opération d'exploitation achevée et ceux qui concernent le site lui-même.

Effets sur le peuplement

i) Abattage. D'après les études réalisées dans les trois grandes régions des tropiques, un dixième à un tiers des arbres de passage à la futaie et des arbres résiduels sont communément renversés ou brisés durant les opérations d'abattage. Bien que les dommages soient plus importants que dans les forêts mixtes tempérées, ils semblent être dans l'ensemble relativement constants. Toutefois, certaines études laissent à penser que les dommages causés par l'abattage tendent à augmenter en proportion de l'intensité de l'exploitation, mesurée en volume de bois enlevé par hectare. Ainsi, les efforts déployés pour promouvoir l'utilisation d'essences moins connues dans l'avenir pourraient avoir un effet indésirable, celui d'accroître en même temps les dommages directement attribuables aux opérations d'abattage.

ii) Extraction. Dans les trois grandes régions tropicales, le transport des troncs d'arbres du point de chute jusqu'au parc de débardage où ils sont chargés sur des camions se fait principalement à l'aide d'engins de débardage. D'après certaines études, les dommages causés par les engins de débardage aux arbres de passage à la futaie et aux arbres résiduels tendent à être aussi importants ou plus importants que ceux provoqués par l'abattage. Là encore, des études concluent que le pourcentage d'arbres endommagés ou détruits tend à augmenter à mesure que l'exploitation s'intensifie. Sur la base des moyennes régionales, l'intensité d'exploitation est restée presque constante dans les trois grandes régions tropicales depuis 1961. Il faut tenir compte du fait qu'en 1990, la superficie moyenne des forêts denses tropicales feuillues exploitée annuellement était de 9,1 millions d'hectares, contre une moyenne de seulement 4,0 millions d'hectares exploités annuellement en 1961. Cet accroissement de 230 pour-cent de la *surface* exploitée chaque année a eu lieu durant une période où le **volume** exploité annuellement avait augmenté de 265 pour-cent.

Effets sur le site. La majeure partie des effets sur le site associés aux opérations d'abattage dans les pays tropicaux peuvent être attribués aux chemins de débardage, et il s'agit généralement d'effets sur les sols. Des dommages au site peuvent se produire quand les arbres sont abattus, notamment s'ils tombent dans des cours d'eau ou dans d'autres emplacements vulnérables. Cependant, la plus grande partie des perturbations du sol et du compactage dans le peuplement lui-même vient du débardage, et l'érosion du sol dérivant de l'exploitation du bois d'oeuvre est presque entièrement associée aux routes.

Les données extraites de nombreuses études menées sur plusieurs décennies indiquent clairement que les perturbations du sol associées au débardage tendent à augmenter à mesure

que l'exploitation s'intensifie. Alors que les premières études (par exemple, Nicholson, 1958) faisaient état généralement de sols perturbés couvrant 10-15 pour-cent des surfaces exploitées, des études plus récentes (Schmitt 1989, FAO 1989, Costa Filho 1991) signalent des niveaux de perturbation de l'ordre de 20-25 pour-cent de la surface exploitée. Cela laisse à penser que la superficie totale de sols perturbés par les opérations d'exploitation dans les forêts denses feuillues des tropiques atteint maintenant presque 2,3 millions d'hectares par an. Cette superficie représente près de 60 pour-cent de la superficie effectivement exploitée en 1961, et probablement trois ou quatre fois la superficie totale des sols qui étaient perturbés chaque année par l'exploitation forestière vers 1961.

3. PLANTATIONS FORESTIERES

Terminologie

Les plantations sont définies comme suit:

- peuplements forestiers établis artificiellement par boisement sur une terre qui ne portait pas auparavant de couvert forestier;
- peuplements forestiers établis artificiellement par boisement sur des terres qui ont porté un couvert forestier dans les cinquante dernières années ou de mémoire d'homme, l'opération comportant le remplacement du peuplement antérieur par un peuplement nouveau et fondamentalement différent.

On les distingue suivant leur fonction:

- les **plantations industrielles** sont établies totalement ou partiellement dans le but de produire du bois pour les industries du bois (bois d'oeuvre, bois de pâte et poteaux de mine principalement;
- les **plantations non-industrielles** sont établies principalement avec un ou plusieurs des objectifs suivants:
- production de bois de feu et de bois pour le charbon de bois (éventuellement comme source d'énergie industrielle);
- production de bois de service pour l'utilisation domestique (plantations rurales notamment);
- produits autres que le bois, protection des sols.

Les définitions ci-dessus sont conformes à l'évaluation des ressources forestières FAO/PNUE de 1980.

L'étude des plantations forestières a été effectuée dans le cadre du Projet en coopération avec le Département de l'inventaire forestier du Collège royal suédois de foresterie. Un rapport technique détaillé sur lequel s'appuie l'exposé ci-après est publié à part.

3.1 Méthodologie

L'étude a commencé par l'établissement de **données chronologiques** sur les plantations forestières par pays sous la forme de tableaux, ce qui constitue la base pour l'évaluation de la surface rapportée. Les rapports disponibles par pays ont constitué la principale source de données. On a contrôlé la cohérence entre les rapports de différentes années pour chaque pays. Etant donné que pour la plupart des pays, les surfaces de plantation ont été rapportées à 1989 ou avant, les données pour 1990 ont été estimées dans la majorité des cas sur la base de la tendance des plantations annuelles durant les années précédentes ou des plantations prévues pour 1990 et au-delà.

Les sources citées dans le tableau des données chronologiques se rapportent aux surfaces de plantation pendant les années de référence et seulement dans quelques cas à la composition floristique. Pour estimer les surfaces occupées par les principales essences, on a utilisé des références supplémentaires pour quelques pays seulement.

Les données relatives à la **composition floristique** des plantations sont très insuffisantes, notamment dans les pays où de très grandes plantations ont été établies dans le cadre de programmes de foresterie communautaire. La composition des principales essences a donc été estimée sur la base d'autres rapports ou articles et, plus rarement, sur la base de la composition déterminée au cours des années précédentes. Il a été particulièrement difficile de distinguer les plantations industrielles des plantations non-industrielles dans certains pays en raison de l'ambiguïté des rapports et des variations dans les classifications. Dans ce cas, on s'est fondé sur l'évaluation FAO/PNUE de 1980 (résumés par pays) ou sur d'autres sources. Les plantations établies dans le cadre de la foresterie communautaire ont été classées comme non-industrielles.

Afin d'évaluer le *taux de plantation annuel* durant la période 1981-1990 aux niveaux sous-régional, régional et mondial, on a estimé la surface de plantations pour chaque pays à l'année de référence 1980, sur la base des données chronologiques. Lorsque ces données ne permettaient pas de faire une bonne estimation pour l'année de référence, on a utilisé la surface rapportée par la FAO en 1980 chaque fois que l'on a jugé qu'elle correspondait à la tendance générale dans le pays en question. Pour obtenir des chiffres de surface de plantation rapportée aux niveaux mondial, régional et sous-régional, la surface totale et la surface par type d'utilisation et par essence, on a adopté une démarche "du bas vers le haut" en considérant le pays comme une unité d'étude.

L'estimation a été faite sur la base des informations disponibles sur les surfaces **rapportées** et **nettes** obtenues des plantations à partir des rapports sur les inventaires des plantations et sur leur état et survie. On a cherché à en tirer une fonction de régression entre ces deux types d'estimations. En examinant les rapports d'inventaire, on a constaté que certains d'entre eux ne citent que la surface effectivement déterminée (surface nette) par l'inventaire et non la surface originellement plantée. Dans ces cas, les surfaces rapportées ont été estimées ou extraites des rapports par pays. De la même manière, quand les rapports n'indiquaient que les taux de survie, la surface plantée nette a été obtenue en multipliant la surface rapportée par le taux de survie.

Pour l'estimation de la surface plantée nette, les résultats de l'inventaire ont été considérés comme des observations d'échantillons. La droite de régression entre les surfaces rapportées et

les surfaces nettes a été tracée uniquement pour montrer la tendance au niveau mondial et non pour estimer les surfaces aux niveaux régional ou national. L'estimation des surfaces plantées nettes totales et celle des taux de plantation annuelle nets aux niveaux mondial et régional ont été faites séparément.

3.2 Résultats

Selon cette étude, la surface totale des plantations rapportée dans 90 pays de la zone tropicale s'élevait à 43,8 millions d'ha à la fin de 1990 (les chiffres concernant les pays figurent à l'Annexe I et un résumé par région est donné au tableau 20). La région Asie tropicale/Pacifique représente la plus grosse part avec 73 pour-cent, le reste étant réparti entre l'Amérique tropicale (20 pour-cent) et l'Afrique tropicale (7 pour-cent). Les cinq pays ayant la plus grande surface rapportée de plantations, constituant environ 85 pour-cent des plantations tropicales, sont l'Inde (18,9 millions d'ha), l'Indonésie (8,8 millions d'ha), le Brésil (7,0 millions d'ha), le Viet Nam (2,1 millions d'ha) et la Thaïlande (0,8 million d'ha).

Tableau 20
Surfaces rapportées/surfaces nettes de plantations forestières sous les tropiques en 1990 *(en milliers d'ha)*

Région	Nombre de pays sous évaluation	Surface rapportée de plantation en 1990			Surface nette estimée de plantation	Surface plantée annuellement	
		Plantations industrielles	Plantations non-industrielles	Surface totale rapportée		Rapportée	Surface nette estimée
Afrique	40	1.400	1.600	3.000	2.100	130	90
Asie & Pacifique	17	9.100	23.100	32.200	22.600	2.110	1.470
Amérique latine & Caraïbes	33	5.100	3.500	8.600	6.000	370	260
Total	**90**	**15.600**	**28.200**	**43.800**	**30.700**	**2.610**	**1.820**

Source: Base de données FORIS

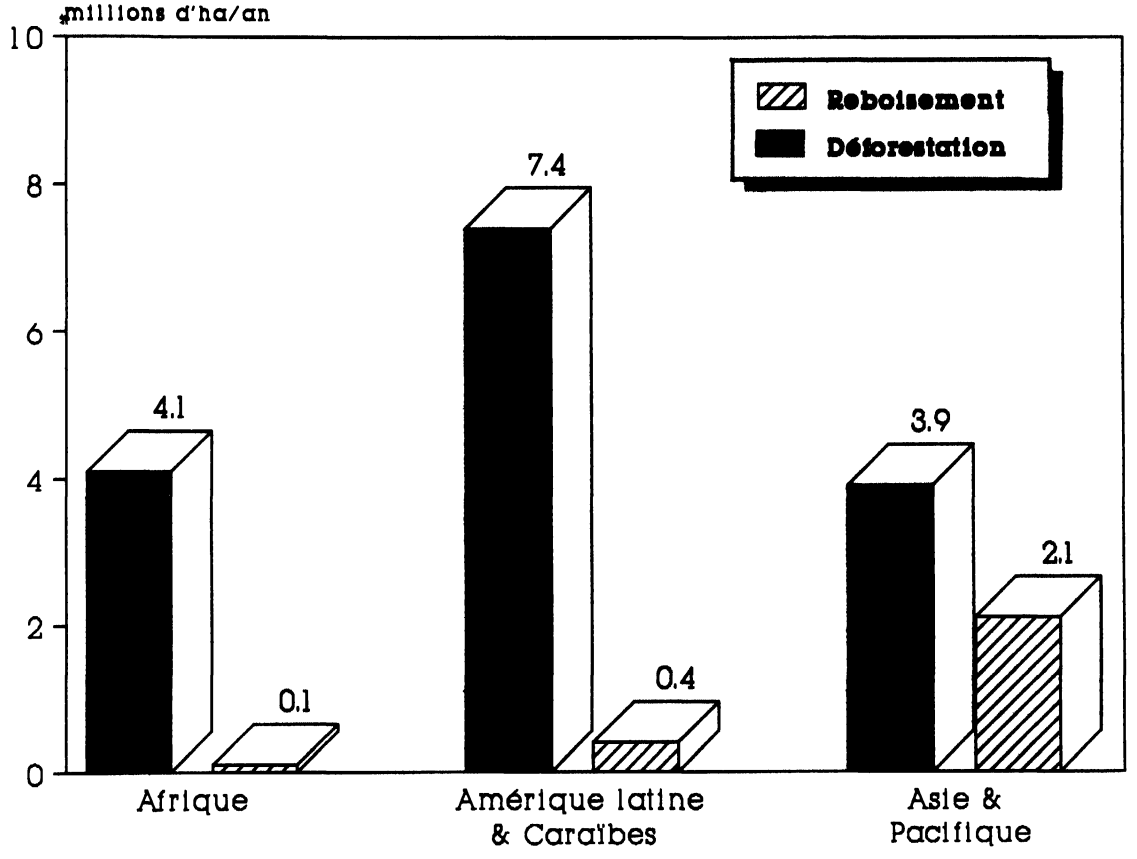
Il y a eu entre 1981 et 1990 un nombre considérable de plantations non-industrielles effectuées par les communautés locales sous formes de boisements et dans le cadre de l'agroforesterie. Les arbres cultivés à l'intérieur des terroirs agricoles et les plantations en dehors des forêts classées ont pris de l'importance au cours de la dernière décennie. Afin d'estimer les surfaces plantées, beaucoup de pays ont établi des critères nationaux pour convertir les plants élevés dans les pépinières et distribués ou plantés, en surface mais aucune estimation réellement fiable ne peut être faite au niveau mondial pour ces catégories de plantation d'arbres.

Les taux de survie calculés à partir de 56 inventaires de plantations dans 18 pays tropicaux ont été utilisés pour déterminer le taux au niveau mondial qui est d'environ 70 pour-cent. En appliquant ce dernier facteur aux surfaces de plantations rapportées, on obtient une surface nette totale de plantations sous les tropiques de 30,7 millions d'ha à la fin de 1990.

Environ 60 pour-cent des plantations rapportées ont été établies entre 1981 et 1990, en d'autres termes l'accroissement de la surface de plantation durant les dix dernières années est d'environ 150 pour-cent. La surface annuelle moyenne rapportée de plantations dans les pays

tropicaux durant la décennie 1981-90 est d'environ 2,60 millions d'ha, ce qui correspond à une surface nette de plantations de 1,80 million d'ha. Ainsi, le rapport entre le taux annuel de déforestation et le taux de plantation forestière est de 1:8,5. On trouvera à la figure 22 les chiffres comparatifs par région.

Figure 22
Taux de déforestation et de reboisement annuels pour la période 1981-90, par région



3.3 Composition floristique

On dispose de très peu de données sur les surfaces plantées par essences. Dans un petit nombre de cas, il y a aussi un élément d'incertitude sur le nom réel des essences en raison de l'hybridation et du fait qu'on ne sait pas d'où proviennent les semences. En général, les pays indiquent des surfaces de plantation par groupe de genres/essences, et dans de nombreux cas, seulement le nom de l'essence principale utilisée dans les plantations, sans préciser la surface ni l'utilisation finale de cette essence. Il s'ensuit que l'évaluation de la surface occupée par essence et par utilisation finale est très incertaine. Le tableau 21 contient des estimations des plantations (en millions d'ha) par groupe principal de genres/essences dans les pays tropicaux à la fin de 1990.

Tableau 21
Estimations des surfaces rapportées des principales essences
(en millions d'ha)

Régions Essences	Eucalyptus	Pins	Teck	Acacias	Autres	Total
Afrique tropicale	0,79	0,61	0,145	0,25	1,2	3
Amérique tropicale	4,07	2,78	0,015	-	1,77	8,6
Asie tropicale et Pacifique	5,20	1,25	2,03	3,15	20,68	32,3
Total	**10,06**	**4,64**	**2,19**	**3,40**	**23,65**	**43,9**
Pourcentage	**23,0**	**10,5**	**5,0**	**7,7**	**53,8**	**100,0**

3.4 Suivi et évaluation

L'étude montre que le suivi de l'état des plantations forestières est très limité dans les pays tropicaux. Les quatre cinquièmes à peu près des plantations établies n'ont jamais fait l'objet d'un inventaire. L'analyse des rapports d'inventaire des plantations disponibles confirme que la surface réelle des plantations forestières est significativement inférieure à la surface rapportée.

Il y a une tendance générale à *surestimer le rendement lors de la préparation des rapports de faisabilité des plantations.* Le rendement réel des plantations est généralement beaucoup plus faible que le rendement estimé au départ (souvent inférieur de plus de 50 %). Cela s'explique principalement par un mauvais choix des essences sur un site donné, le choix d'un mauvais site pour une essence donnée et le manque d'opérations d'entretien. Etant donné que l'on attribue de plus en plus d'importance à l'accroissement des surfaces plantées, on néglige souvent de choisir des essences adaptées au site de plantation. La plupart des plantations ont souffert du fait que les plants sont utilisés sans sélection et qu'il n'y a pas de remplacement des exploitations illégales et des dommages causés par le pâturage et les feux. La non-application d'engrais, pourtant recommandée dans quelques cas pour pallier le manque d'éléments nutritifs dans le sol ont également entraîné des baisses de productivité.

A part quelques exceptions, les plantations souffrent *du manque de planification.* Il n'y a pas de rapport entre ce qui est nécessaire et ce qui est produit. Il y a des cas où l'on manque de bois de feu alors que l'on produit du bois de trituration et du bois d'oeuvre sans qu'il y ait d'usines de pâte à papier ou de scieries. Dans d'autres cas, rien ne garantit au producteur de bois d'oeuvre qu'il vendra son produit à un prix économiquement viable. Les plantations industrielles réalisées près des centres habités manquant de bois de feu ne sont pas toujours protégées contre l'abattage illicite.

Il est urgent de créer des banques de données sur les plantations au niveau des pays pour pallier le manque de connaissances sur les rapports entre croissance/production d'une part et sites/essences d'autre part. Outre les résultats de la recherche fondés sur des parcelles échantillons permanentes, les résultats des inventaires des plantations et les données fiables sur le rendement actuel des plantations exploitées pourraient être regroupés dans un institut central dans chaque pays et informatisés. Outre les caractéristiques des plantations comme l'essence, la densité, la rotation et le rendement, des informations sur les caractéristiques des sites comme

les variables climatiques, les conditions du sol et les facteurs biotiques locaux, concernant tant les hommes que les animaux, ainsi qu'une brève histoire des plantations (dommages dus au feux, ravageurs, maladies et autres facteurs) devraient être enregistrées pour que les données relatives aux plantations soient utiles.

Un centre d'information de ce genre aiderait non seulement le pays intéressé mais aussi d'autres pays dont les instituts de recherche forestière sont encore peu développés et qui ont moins d'expérience en matière de foresterie de plantation. Tout porte à croire qu'en organisant et en partageant les connaissances déjà acquises, la foresterie de plantation fera un grand pas en avant.

3.5 Plantations non forestières

Les plantations non forestières sont devenues une source potentielle de bois, grâce à la demande croissante en bois et aux progrès technologiques. Les informations relatives aux surfaces des plantations non forestières sont disponibles pour l'Asie tropicale (Indonésie, Malaisie et Thaïlande). Cette région possède la majorité des plantations pérennes non forestières du monde tropical (comme le confirme le fait qu'environ 85 pour-cent de la production mondiale de caoutchouc, d'huile de palme et de noix de coco proviennent de cette région - Annuaire des productions FAO, 1991). Sur 14 millions d'ha de surface totale, 7,2 millions d'ha sont occupés par des hévéas et le reste par des cocotiers (4,2 millions d'ha) et des palmiers à huile (2,7 millions d'ha).

BIBLIOGRAPHIE

Conseil Scientifique pour l'Afrique au Sud du Sahara - "Réunion de spécialistes du C.S.A. 1957 en matière de phytogéographie - Yangambi - 28 juillet - 8 août 1956" - Publication N° 22

Costa Filho, Perminio Pascoal, 1991: Mechanized logging and the damages caused to tropical forests: case of the Brazilian Amazon. Document préparé pour le 10ème Congrès forestier mondial, 16-27 septembre 1991, Paris, France, pp.12.

FAO, 1988. An interim report on the state of forest resources in the developing countries, Rome, Italie.

FAO/PNUE, 1982. Les ressources forestières tropicales. Etude FAO: Forêts, N° 30, Rome, Italie.

FAO, 1985. Aménagement polyvalent intensif des forêts sous les tropiques. Etude FAO: Forêts, N°55, Rome, Italie.

FAO, 1989. Aménagement des forêts tropicales humides en Afrique. Etude FAO: Forêts, N°88, Rome, Italie.

FAO, 1989. Review of forest management systems of tropical Asia, Forestry Paper, N° 89 (anglais seulement), Rome, Italie.

FSI, 1987. The state of forests, Government of India, Ministry of Environment and Forests, Forest Survey of India, Dehradun, Inde.

ITTO, 1988. Natural forest management for sustainable timber production, pre-project report.

Nicholson, D.I., 1979. The effects of logging and treatment on the mixed dipterocarp forests of Southeast Asia. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie, Rapport FO:MISC/79/8, pp.65.

Schmidt, L., 1989. Etude des peuplements naturels en forêt dense guyanaise: compte rendu de mise en application des traitements sylvicoles sur le dispositif de Parakou. Centre technique forestier tropical, Département du CIRAD, Nogent-sur-Marne, France, pp.51.

Unasylva, 1987. [39(156)] Où en est l'aménagement des forêts tropicales humides? par R. Schmidt, FAO, Rome, Italie.

Unasylva, 1992. [43(169)] Initiatives pilotes d'aménagement des forêts naturelles en Amérique latine : enseignements et possibilités, par M. Kiernan, M. Perl, D. McCaffrey, R.J. Buschbacher et G. Batmanian, FAO, Rome, Italie.

Unasylva, 1992. [43(169)] Potentiel d'aménagement durable des forêts tropicales en Malaisie, S.T. Mok, FAO, Rome, Italie.

Unesco, 1973. Classification internationale et cartographie de la végétation, Paris, France.

WCMC, 1992. States of plant and animal inventories for protected areas in the tropics, Cambridge, Royaume-Uni.

WCMC, 1992. Assessing the conservation status of the world's tropical forests, Cambridge, Royaume-Uni.

Annexe 1

TABLEAUX PAR PAYS

Cette section contient les résultats de l'évaluation au niveau national et les informations générales de base sur la méthodologie d'obtention des résultats. On trouvera ci-après une liste des titres des tableaux. Chaque tableau se compose de trois parties, une pour chaque région, à savoir a) Afrique, b) Asie et Pacifique, et c) Amérique latine et Caraïbes. A la fin de la troisième partie, on indique le total général pour toutes les régions.

Il est important de souligner que ces tableaux contiennent des estimations standardisées. Celles-ci ont été obtenues en deux étapes. La première implique une réévaluation de l'information nationale en accord avec les définitions et les classifications choisies pour l'évaluation globale. La deuxième étape implique une mise à jour des données nationales existantes avec l'aide de la fonction d'adjustement à l'année de référence commune (c'est à dire 1990). Cette procédure s'avéra nécessaire parce que les spécificités d'inventaire et leurs dates de référence diffèrent généralement d'un pays à l'autre. L'objet de cette standardisation était simplement d'obtenir une vision globale cohérente. Il n'existe aucune intention de remplacer les informations nationales originelles qui restent la source unique de référence. De ce fait, les chiffres standardisés du couvert forestier, de la superficie des plantations et des taux de déforestation apparaissant dans ce rapport peuvent différer des valeurs annoncées dans un pays donné même pour la même année de référence.

Note: les pourcentages et proportions sont dérivés des valeurs absolues

Les tableaux par pays se composent des rubriques suivantes:

1. Données socio-économiques
2 Etat de l'inventaire forestier
3. Surface des forêts naturelles et des plantations
4. Taux de changement de la surface forestière durant la période 1981-1990
5. Exploitation forestière
6. Surface des terres et couvert forestier par zone écologique
7. Surface des formations forestières
8. Déforestation annuelle durant la période 1981-1990 par formation forestière

Comme on l'a mentionné au chapitre portant sur la méthodologie, la mise à jour des résultats dans le présent système d'évaluation est un processus continu. Une nouvelle série de tableaux pour les pays tropicaux peut être produite à des intervalles appropriés en tenant compte de toutes les nouvelles données disponibles associées aux informations existantes. En fait, des informations nouvelles et améliorées sont déjà disponibles pour certains des pays. Ces nouvelles données, et d'autres qui seront fournies en temps opportun, seront incluses dans FORIS et utilisées pour améliorer le modèle et traiter les résultats actualisés.

Le tableau 1 présente quelques indicateurs socio-économiques des pays étudiés, dont la surface des terres, la population et le produit national brut. La surface des terres rapportée est prise dans l'Annuaire des productions FAO. Les données sur la population proviennent de la Division de la statistique de la FAO, et les données sur le PNB des statistiques de la Banque mondiale.

Le tableau 2 décrit l'état de l'inventaire forestier. On donne pour chaque pays le nombre total d'études/inventaires forestiers nationaux, la date de référence et les classes de fiabilité de l'évaluation de l'état des forêts et des changements. Les études énumérées ici sont les informations existantes et fiables sur le couvert forestier dont disposait le Projet FRA 1990 à la fin de février 1992. Les années de référence rapportées indiquent la date effective à laquelle les images ont été prises et non la date de publication des résultats. Trois classes de fiabilité sont utilisées 1) élevée; 2) moyenne, et 3) faible qui sont définies comme suit:

EVALUATION DE L'ETAT DES FORETS:

Classe de fiabilité 1 : inventaires forestiers basés sur des données satellite à haute résolution (LANDSAT TM, SPOT) ou des photos aériennes, complétées par un contrôle à grande échelle sur le terrain et des plans d'échantillonnage.

Classe de fiabilité 2 : inventaires forestiers basés sur des données satellite à moyenne résolution (habituellement LANDSAT MSS) avec vérification limitée sur le terrain.

Classe de fiabilité 3 : études ou cartes basées sur un matériel hétérogène comme les cartes de végétation, les enquêtes sur l'utilisation des sols, etc., c'est-à-dire des données généralement à faible résolution et souvent périmées. La classe de fiabilité 3 est synonyme d'informations insuffisantes et d'un besoin de points de repère fiables dans l'avenir.

EVALUATION DES CHANGEMENTS:

Classe de fiabilité 1 : cette classe est attribuée aux pays pour lesquels il existe deux inventaires comparables ou plus (en termes de classification des types de forêt), et les changements observés dans les forêts servent à adapter au niveau local les paramètres du modèle. Pour cette classe, le modèle sert simplement de fonction d'ajustement pour normaliser les dates de référence à 1980 et 1990.

Classe de fiabilité 2 : cette classe est attribuée aux pays pour lesquels il existe quelques observations multi-dates en partie fiables, qui servent à vérifier les estimations du modèle.

Classe de fiabilité 3 : pays ne disposant pas d'informations multi-dates fiables. L'estimation du changement s'appuie sur un ou plusieurs modèles.

Le tableau 3 indique les surfaces des forêts naturelles et des plantations à la fin de 1990 et donne une estimation de la biomasse pour les forêts naturelles par pays et par sous-région. La surface des forêts naturelles pour l'année de référence standard 1990 a été calculée en utilisant comme base l'inventaire fiable le plus récent pour chaque unité sous-nationale. Le modèle a servi ensuite de fonction d'ajustement pour extrapoler les résultats pour 1990. Enfin, les résultats

obtenus au niveau sous-national ont été ajoutés par pays. Le tableau montre la surface forestière à la fin de 1990 en milliers d'ha, le pourcentage de terres couvertes de forêts et les hectares de forêt par habitant.

Les surfaces des plantations ont été tirées d'une étude spéciale réalisée par le Projet en coopération avec le Collège royal de foresterie, Umeå, Suède. Le tableau montre également le pourcentage de couvert végétal et les hectares par habitant. Les surfaces pour les plantations étant faibles, les valeurs par habitant sont exprimées en hectares par milliers d'habitants.

Le tableau indique également la biomasse forestière totale, la biomasse moyenne par hectare et par habitant. La biomasse forestière présentée dans le tableau se réfère à toute la biomasse au-dessus du sol (TAGB) et elle a été calculée sur la base des données relatives au volume sur écorce (VOB) contenues dans les données FORIS 1980 et FORIS 1990. Le VOB est le volume par hectare de tous les fûts ayant un diamètre à hauteur d'homme égal ou supérieur à 10 cm. Le VOB moyen par hectare est ensuite converti en TAGB à l'aide des facteurs d'expansion appropriés. La moyenne par ha et les valeurs totales de TAGB sont calculées séparément pour les formations forestières denses et ouvertes et les valeurs par hectare tabulées représentent les moyennes pondérées.

Le tableau 4 contient les données relatives au taux de changement du couvert forestier (1981 à 1990) et indique la couverture forestière naturelle pour l'année de référence standard 1990, la déforestation annuelle en milliers d'ha, le taux annuel de changement, en taux composé, et la déforestation par habitant en utilisant la population moyenne de la décennie. De la même manière, il donne pour les plantations forestières, la surface en 1990, la superficie plantée chaque année, et les valeurs par habitant.

Le tableau 5 donne des informations sur l'exploitation y compris l'intensité de coupe moyenne, la superficie totale annuellement exploitée divisée en zones de forêts primaires exploitées, déjà exploitées et nouvellement exploitées et le pourcentage du total des forêts annuellement exploitées pour leur bois d'oeuvre à des fins industrielles ou commerciales.

Le tableau 6 présente la surface des terres et le couvert forestier total par zone écologique. On indique pour chaque pays les six zones écologiques, avec la surface des terres et le couvert forestier respectifs. Le but de ce tableau est de comparer la végétation actuelle à la végétation potentielle. La surface de forêts naturelles a été classée en six grandes zones écologiques à l'aide de techniques SIG.

Le tableau 7 contient la ventilation du couvert forestier en 1990 par zone écologique. Pour chaque pays et chaque région ou sous-région, on donne la surface des formations forestières. Celles-ci sont définies selon les classes de végétation potentielle tirées de cartes des zones écologiques. Les valeurs en pour cent indiquent l'importance relative de chaque formation forestière dans une région géographique.

Le tableau 8 contient la ventilation de la déforestation annuelle par formation forestière. On y indique la superficie déboisée chaque année dans chaque classe de formation et la part de la déforestation totale de la région géographique. Des valeurs négatives de déforestation impliquent qu'une réforestation spontanée a eu lieu.

Tableau 1
Données socio-économiques

Année: 1990

Pays	Surface des terres	Population				Produit National Brut	
		Total 1990	Densité 1990	Croissance annuelle 1981-90		Par capita 1990	Croissance annuelle 1981-90
Région:	*000 ha*	*000 hab*	*hab./km²*	*000 hab./an*	*%*	*US$/capita*	*%*
AFRIQUE							
Burkina Faso	27 380	9 007	32,9	205	2,6	330	1,3
Cap-Vert	403	379	94,0	8	2,5	680	2,2
Tchad	125 920	5 679	4,5	120	2,4	180	3,8
Gambie	1 000	858	85,8	22	3,0	340	-0,1
Guinee Bissau	2 812	950	33,8	15	1,7	180	1,3
Mali	122 019	9 362	7,7	234	2,9	200	0,1
Mauritanie	102 522	2 024	2,0	47	2,7	500	-1,8
Niger	126 670	7 109	5,6	180	3,0	310	-4,1
Senegal	19 253	7 369	38,3	170	2,7	710	0,0
Afrique de l'Ouest Sahelienne	**527 979**	**42 737**	**8,1**	**1 001**	**2,7**	**352**	**-0,4**
Djibouti	2 318	427	18,4	12	3,3	n d	n d
Ethiopie	110 100	46 744	42,5	799	1,9	120	-1,6
Kenya	56 969	25 130	44,1	850	4,2	370	0,3
Somalie	62 734	7 257	11,6	180	2,9	150	1,5
Soudan	237 600	25 195	10,6	651	3,0	400	2,4
Ouganda	19 955	18 442	92,4	532	3,5	180	3,3
Afrique de l'Est Sahelienne	**489 676**	**123 195**	**25,2**	**3 024**	**2,9**	**239**	**-0,5**
Benin	11 062	4 741	42,9	125	3,1	360	-1,1
Côte d'Ivoire	31 800	12 596	39,6	427	4,2	750	-3,4
Ghana	23 002	15 020	65,3	429	3,4	390	-0,3
Guinée	24 586	6 876	28,0	147	2,4	440	0,0
Liberia	9 675	2 554	26,4	70	3,2	580	0,0
Nigeria	91 077	108 949	119,6	2 400	2,5	290	-1,7
Sierra Leone	7 162	4 151	58,0	89	2,4	250	-1,3
Togo	5 439	3 455	63,5	90	3,1	410	-1,7
Afrique de l'Ouest	**203 803**	**158 342**	**77,7**	**3 777**	**2,8**	**351**	**-1,5**
Cameroun	46 540	10 376	22,3	250	2,8	480	-1,0
Republique Centrafricaine	62 298	2 913	4,7	61	2,4	390	-1,5
Congo	34 150	1 994	5,8	47	2,7	1000	-0,2
Guinee Equatoriale	2 805	342	12,2	6	1,9	340	3,4
Gabon	25 767	1 171	4,5	36	3,8	3550	-4,2
Zaire	226 760	35 990	15,9	961	3,2	220	-1,6
Afrique Centrale	**398 320**	**52 786**	**13,3**	**1 361**	**3,0**	**385**	**-1,8**
Angola	124 670	10 020	8,0	230	2,6	n d	n d
Botswana	56 673	1 285	2,3	38	3,6	2230	5,8
Burundi	2 565	5 451	212,5	135	2,9	210	1,4
Malawi	9 408	8 428	89,6	234	3,3	200	0,1
Mozambique	78 409	15 663	20,0	356	2,6	80	-3,6
Namibie	82 329	1 330	1,6	33	2,9	1475	1,6
Rwanda	2 467	7 232	293,1	207	3,4	310	-2,6
Tanzanie	88 604	27 328	30,8	846	3,8	110	-1,1
Zambie	74 339	8 456	11,4	272	4,0	420	-2,9
Zimbabwe	38 667	9 721	25,1	258	3,1	650	0,2
Afrique du Sud Tropicale	**558 131**	**94 914**	**17,0**	**2 609**	**3,3**	**253**	**-1,5**
Madagascar	58 154	11 980	20,6	320	3,2	230	-2,4
Afrique Insulaire	**58 154**	**11 980**	**20,6**	**320**	**3,2**	**230**	**2,4**
Total	**2 236 063**	**483 954**	**21,6**	**12 093**	**2,9**	**311**	**-1,1**

Tableau 1
Données socio-économiques

Année: 1990

Pays	Surface des terres	Population				Produit National Brut	
		Total 1990	Densité 1990	Croissance annuelle 1981-90		Par capita 1990	Croissance annuelle 1981-90
Région:	*000 ha*	*000 hab*	*hab./km²*	*000 hab./an*	*%*	*US$/capita*	*%*
ASIE ET PACIFIQUE							
Bangladesh	13 017	115 594	888,0	2 737	2,7	210	1,9
Bhoutan	4 700	1 427	30,4	26	2,0	190	6,8
Inde	297 319	853 373	287,0	16 452	2,2	360	3,3
Népal	13 680	19 143	139,9	429	2,6	180	2,1
Pakistan	77 088	122 666	159,1	3 737	3,7	400	3,2
Sri Lanka	6 463	17 209	266,3	239	1,5	470	2,5
Asie du Sud	**412 267**	**1 129 412**	**274,0**	**23 620**	**2,4**	**347**	**3,2**
Cambodge	17 652	8 246	46,7	185	2,6	170	0,0
Laos	23 080	4 071	17,6	87	2,4	200	1,2
Myanmar	65 797	41 675	63,3	785	2,1	n d	n.d
Thaïlande	51 089	55 702	109,0	898	1,8	1 420	5,9
Viêt Nam	32 549	67 171	206,4	1 347	2,3	n.d.	n.d
Asie du Sud-Est	**190 167**	**176 865**	**93,0**	**3 302**	**2,1**	**1 195**	**5,6**
Brunei	527	266	50,5	8	3,7	n.d	n d
Indonésie	181 157	180 514	99,6	2 956	1,8	560	3,9
Malaisie	32 855	17 339	52,8	358	2,3	2 330	2,9
Philippines	29 817	62 409	209,3	1 409	2,6	730	-1,2
Singapour	61	2 712	4445,9	30	1,2	11 088	4,8
Asie insulaire du Sud-Est	**244 417**	**263 240**	**107,7**	**4 761**	**2,0**	**826**	**2,6**
Papouasie Nouvelle-Guinée	45 286	4 011	8,9	93	2,7	850	-0,7
Pacifique	**45 286**	**4 011**	**8,9**	**93**	**2,7**	**850**	**-0,7**
Total	**892 137**	**1 573 528**	**176,4**	**31 774**	**2,3**	**474**	**3,1**

Tableau 1
Données socio-économiques

Année: 1990

Pays	Surface des terres	Population				Produit National Brut	
		Total 1990	Densité 1990	Croissance annuelle 1981-90		Par capita 1990	Croissance annuelle 1981-90
Région:	000 ha	000 hab	hab./km²	000 hab./an	%	US$/capita	%
AMÉRIQUE LATINE ET CARAÏBES							
Costa Rica	5 106	3 015	59,0	73	2,8	1 900	1,0
El Salvador	2 085	5 252	251,9	73	1,5	1 000	-0,3
Guatémala	10 843	9 197	84,8	228	2,9	910	-1,8
Honduras	11 189	5 138	45,9	148	3,4	640	-0,7
Mexique	190 869	88 598	46,4	1 818	2,3	2 490	-0,5
Nicaragua	11 875	3 871	32,6	110	3,4	420	-4,6
Panama	7 599	2 418	31,8	46	2,1	1 900	-1,8
Amérique Centrale	**239 566**	**117 489**	**49,0**	**2 496**	**2,4**	**2 123**	**-0,6**
Antigua-et-Barbuda	44	76	172,7	ø	0,1	4 290	3,8
Bahamas	1 001	260	26,0	4	1,5	11 550	1,3
Bélize	2 280	182	8,0	4	2,3	1 960	2,5
Cuba	10 982	10 324	94,0	59	0,6	n d	n.d.
Dominique	75	82	109,3	1	1,2	2 220	4,6
République Dominicaine	4 838	7 170	148,2	147	2,3	830	-0,2
Guyane Française	8 815	92	1,0	2	2,9	n.d	n d
Grenade	34	85	250,0	-2	-2,3	2 130	7,1
Guadeloupe	169	340	201,2	1	0,4	n d	n d
Guyane	19 685	1 040	5,3	18	1,9	380	-4,2
Haïti	2 756	6 504	236,0	109	1,9	370	-2,4
Jamaïque	1 083	2 521	232,8	35	1,5	1 500	-0,3
Martinique	106	341	321,7	2	0,5	n d	n d
Porto Rico	886	3 480	392,8	28	0,8	6 356	1,4
St. Kitts et Nevis	36	51	141,7	ø	-0,2	3 540	6,0
St. Lucie	61	150	245,9	3	2,3	2 099	1,4
St. Vincent	39	116	297,4	2	1,6	1 710	4,8
Surinam	15 600	403	2,6	5	1,3	3 350	-4,5
Trinite-et-Tobago	513	1 283	250,1	19	1,6	3 460	-5,2
Sous-Région Caraïbes	**69 003**	**34 500**	**50,0**	**437**	**1,4**	**1 931**	**-0,6**
Bolivie	108 438	7 314	6,7	174	2,8	630	-2,0
Brésil	845 651	150 368	17,8	2 908	2,2	2 680	0,4
Colombie	103 870	31 819	30,6	603	2,1	1 258	1,2
Equateur	27 684	10 782	38,9	266	2,9	953	-0,3
Paraguay	39 730	4 277	10,8	113	3,1	1 090	-0,8
Pérou	128 000	22 332	17,4	504	2,6	1 100	-2,6
Vénézuela	88 205	19 736	22,4	471	2,8	2 560	-1,5
Amérique du Sud Tropicale	**1 341 578**	**246 628**	**18,4**	**5 039**	**2,3**	**2 180**	**ø**
Total	**1 650 147**	**398 617**	**24,2**	**7 970**	**2,3**	**2 148**	**-0,2**
Grand Total	**4 778 347**	**2 456 099**	**51,4**	**51 837**	**2,4**	**720**	**0,9**

Chiffres inférieurs à 0,5 sont indiqués par le signe ø
n d - non disponible

Tableau 2 *Année: 1990*

Etat de l'inventaire forestier

Pays	Nombre d'études/inventaires forestiers nationaux			Etude de référence utilisée		Evaluation des changements
Région:	Total	Avant 1981	Années 1981-90 (incluses)	Année de référence	Classe de fiabilité	Classe de fiabilité
AFRIQUE						
Burkina Faso	1	1	0	1980	3	3
Cap-Vert	1	0	1	1980-88	3	3
Tchad	0	0	0	1980	3	3
Gambie	1	1	0	1980	1	3
Guinée Bissau	1	1	0	1976	2	3
Mali	1	0	1	1988	1	3
Mauritanie	1	1	0	1980	3	3
Niger	1	1	0	1977	2	3
Sénégal	1	1	0	1978	2	3
Djibouti	1	0	1	1985	2	3
Ethiopie	1	1	0	1975	3	3
Kenya	1	1	0	1976	3	3
Somalie	0	0	0	1980	3	3
Soudan	1	0	1	1983	3	3
Ouganda	1	1	0	1980	3	3
Bénin	1	1	0	1975	2	3
Côte d'Ivoire	2	1	1	1987	1	2
Ghana	1	1	0	1980-87	3	3
Guinée	1	1	0	1980-88	2	3
Liberia	1	0	1	1981	2	3
Nigeria	1	1	0	1976	2	3
Sierra Léone	1	1	0	1976	2	3
Togo	1	1	0	1975	2	3
Cameroun	1	1	0	1975-87	2	3
République Centrafricaine	1	0	1	1982	2	3
Congo	1	1	0	1967	3	3
Guinée Equatoriale	1	0	1	1990	1	3
Gabon	1	1	0	1970	3	3
Zaire	1	0	1	1976-84	2	3
Angola	1	1	0	1974	2	3
Botswana	1	0	1	1987	2	3
Burundi	1	1	0	1977	2	3
Malawi	1	0	1	1990	2	3
Mozambique	1	1	0	1972	2	3
Namibie	1	1	0	1980	3	3
Rwanda	2	0	2	1987	1	2
Tanzanie	1	1	0	1972-81	2	3
Zambie	1	0	1	1984	2	3
Zimbabwe	1	0	1	1985	3	3
Madagascar	1	1	0	1973-76	2	3

Tableau 2
Etat de l'inventaire forestier

Année: 1990

Pays	Nombre d'études/inventaires forestiers nationaux			Etude de référence utilisée		Evaluation des changements
Région:	Total	Avant 1981	Années 1981-90 (incluses)	Année de référence	Classe de fiabilité	Classe de fiabilité
ASIE ET PACIFIQUE						
Bangladesh	1	0	1	1984	2	2
Bhoutan	1	1	0	1978	2	3
Inde	3	0	3	1988	1	2
Népal	2	2	0	1979	2	1
Pakistan	1	0	1	1990	2	3
Sri Lanka	2	1	1	1983	2	1
Cambodge	2	1	1	1989	1	2
Laos	2	1	1	1989	1	1
Myanmar	2	1	1	1989	2	2
Thailande	5	3	2	1987	2	1
Viêt Nam	2	1	1	1987	2	2
Brunei	1	0	1	1984	2	3
Indonésie	1	0	1	1982	2	2
Malaisie	2	1	1	1982-87	1	1
Philippines	2	1	1	1988	2	1
Singapour	1	0	1	1987	2	1
Papouasie Nouvelle-Guinée	1	0	1	1990	3	3

Tableau 2
Etat de l'inventaire forestier

Année: 1990

Pays .	Nombre d'études/inventaires forestiers nationaux			Etude de référence utilisée		Evaluation des changements
Région:	Total	Avant 1981	Années 1981-90 (incluses)	Année de référence	Classe de fiabilité	Classe de fiabilité
AMÉRIQUE LATINE ET CARAÏBES						
Costa Rica	3	1	2	1987	1	1
El Salvador	1	1	0	1975	2	3
Guatémala	2	1	1	1988	2	2
Honduras	2	1	1	1986	2	2
Mexique	1	1	0	1970-86	2	3
Nicaragua	1	1	0	1979	3	2
Panama	2	1	1	1986	1	2
Antigua-et-Barbuda	1	1	0	1980	2	3
Bahamas	1	0	1	1986	2	3
Bélize	1	1	0	1979	2	3
Cuba	1	0	1	1990	1	3
Dominique	1	0	1	1984	2	3
République Dominicaine	1	0	1	1983	2	3
Guyane Française	1	1	0	1973	2	3
Grenade	1	0	1	1982	2	3
Guadeloupe	1	0	1	1985	2	3
Guyane	1	1	0	1975	3	3
Haiti	2	2	0	1977	2	3
Jamaïque	2	1	1	1985	2	2
Martinique	1	1	0	1974	2	3
Porto Rico	2	1	1	1985	1	1
St. Kitts et Nevis	1	1	0	1980	2	3
St. Lucie	1	0	1	1982	2	3
St. Vincent	1	0	1	1984	2	3
Surinam	1	1	0	1970	2	3
Trinite-et-Tobago	1	1	0	1980	2	3
Bolivie	1	1	0	1975	2	3
Brésil	2	1	1	1981-91	2	2
Colombie	1	1	0	1980	1	3
Equateur	1	0	1	1987	1	3
Paraguay	3	2	1	1980-85	2	2
Pérou	1	1	0	1975	1	3
Vénézuela	1	1	0	1977	1	3

Tableau 3
Surface de forêts naturelles et de plantations

Année: 1990

Pays	Forêts naturelles						Plantations		
	Surface			Biomasse forestière			Surface		
Région:	*000 ha*	*% surface de terres*	*ha / capita*	*pays total 000 tonnes*	*tonnes/ha (arrondi)*	*tonnes/ capita*	*000 ha*	*% surface de terres*	*ha/000 capita*
AFRIQUE									
Burkina Faso	4 416	16	0.5	349 197	79	39	28	0.1	3.1
Cap-Vert	6	2	0.0	960	150	3	14	3.5	36.9
Tchad	11 434	9	2 0	717 588	63	126	6	0.0	1 1
Gambie	97	10	0 1	9 619	100	11	1	0 1	1 2
Guinée Bissau	2 021	72	2.1	166 987	83	176	1	0.0	1 1
Mali	12 144	10	1 3	749 542	62	80	20	0 0	2 1
Mauritanie	554	1	0 3	34 992	63	17	3	0.0	1.5
Niger	2 550	2	0 4	82 257	32	12	17	0 0	2 4
Sénegal	7 544	39	1 0	517 203	69	70	160	0.8	21.7
Afrique de l'Ouest Sahelienne	**40 767**	**8**	**1.0**	**2 628 345**	**64**	**62**	**250**	**0.0**	**5.8**
Djibouti	22	1	0 1	1 872	84	4	0	0 0	0 0
Ethiopie	14 165	13	0 3	2 038 626	144	44	270	0.2	5 8
Kenya	1 187	2	0 0	112 650	95	4	168	0 3	6 7
Somalie	754	1	0 1	76 584	102	11	6	0 0	0 8
Soudan	42 976	18	1 7	2 647 934	62	105	290	0 1	11 5
Ouganda	6 346	32	0 3	376 582	59	20	28	0 1	1 5
Afrique de l'Est Sahelienne	**65 450**	**13**	**0.5**	**5 254 248**	**80**	**43**	**762**	**0.2**	**6.2**
Bénin	4 947	45	1 0	198 116	40	42	20	0.2	4 2
Côte d'Ivoire	10 904	34	0.9	870 158	80	69	90	0 3	7 1
Ghana	9 555	42	0 6	817 031	86	54	75	0 3	5 0
Guinee	6 692	27	1.0	559 110	84	81	5	0 0	0 7
Libéria	4 633	48	1 8	1 049 465	226	411	8	0 1	3 1
Nigeria	15 634	17	0 1	1 615 756	103	15	216	0 2	2 0
Sierra Léone	1 889	26	0 5	200 192	106	48	8	0 1	1 9
Togo	1 353	25	0 4	99 104	73	29	24	0 4	6 9
Afrique de l'Ouest	**55 607**	**27**	**0.4**	**5 408 932**	**97**	**34**	**446**	**0.2**	**2.8**
Cameroun	20 350	44	2.0	2 951 434	145	284	23	0.0	2 2
République Centrafricaine	30 562	49	10.5	3 808 777	125	1 308	9	0 0	3 1
Congo	19 865	58	10 0	5 466 398	275	2 741	53	0 2	26 6
Guinee Equatoriale	1 826	65	5 3	480 264	263	1 404	0	0 0	0 0
Gabon	18 235	71	15 6	5 118 484	281	4 371	30	0 1	25 6
Zaire	113 275	50	3 1	28 523 205	252	793	60	0.0	1 7
Afrique Centrale	**204 112**	**51**	**3.9**	**46 348 562**	**227**	**878**	**175**	**0.0**	**3.3**
Angola	23 074	19	2 3	1 624 865	70	162	171	0 1	17 1
Botswana	14 261	25	11 1	546 189	38	425	1	0 0	0 8
Burundi	233	9	0.0	16 053	69	3	132	5 1	24 2
Malawi	3 486	37	0.4	485 699	139	58	180	1 9	21.4
Mozambique	17 329	22	1 1	1 383 784	80	88	40	0 1	2 6
Namibie	12 569	15	9 5	481 400	38	362	0	0.0	0.0
Rwanda	164	7	0.0	26 938	164	4	125	5.1	17 3
Tanzanie	33 554	38	1.2	1 445 320	43	53	220	0.2	8 1
Zambie	32 301	43	3.8	2 273 175	70	269	68	0 1	8 0
Zimbabwe	8 897	23	0.9	540 198	61	56	120	0.3	12.3
Afrique du Sud Tropicale	**145 868**	**26**	**1.5**	**8 823 621**	**60**	**93**	**1 057**	**0.2**	**11.1**
Madagascar	15 781	27	1.3	1 680 293	106	140	310	0 5	25.9
Afrique Insulaire	**15 781**	**27**	**1.3**	**1 680 293**	**106**	**140**	**310**	**0.5**	**25.9**
Total	**527 586**	**24**	**1.1**	**70 144 001**	**133**	**145**	**3 000**	**0.1**	**6.2**

Tableau 3 *Année: 1990*

Surface de forêts naturelles et de plantations

Pays	Forêts naturelles						Plantations		
	Surface			Biomasse forestière			Surface		
Région:	*000 ha*	*% surface de terres*	*ha / capita*	*pays total 000 tonnes*	*tonnes/ha (arrondi)*	*tonnes/ capita*	*000 ha*	*% surface de terres*	*ha/000 capita*
ASIE ET PACIFIQUE									
Bangladesh	769	6	0.0	104 219	135	1	335	2.6	2.9
Bhoutan	2 809	60	2 0	508 127	181	356	5	0.1	3.5
Inde	51 729	17	0 1	4 805 690	93	6	18 900	6.4	22 1
Népal	5 023	37	0 3	548 711	109	29	80	0.6	4.2
Pakistan	1 855	2	0 0	203 156	110	2	240	0.3	2.0
Sri Lanka	1 746	27	0 1	197 742	113	11	198	3.1	11.5
Asie du Sud	**63 931**	**16**	**0.1**	**6 367 645**	**100**	**6**	**19 758**	**4.8**	**17.5**
Cambodge	12 163	69	1.5	2 162 861	178	262	0	0.0	0.0
Laos	13 173	57	3.2	2 544 111	193	625	6	0 0	1 5
Myanmar	28 856	44	0.7	6 258 866	217	150	335	0 5	8.0
Thaïlande	12 735	25	0.2	1 585 345	124	28	756	1 5	13 6
Viêt Nam	8 312	26	0.1	1 523 569	183	23	2 100	6.5	31.3
Asie du Sud-Est	**75 240**	**40**	**0.4**	**14 074 752**	**187**	**80**	**3 197**	**1.7**	**18.1**
Brunei	458	87	1 7	135 519	296	509	0	0.0	0 0
Indonésie	109 549	60	0 6	22 261 392	203	123	8 750	4.8	48.5
Malaisie	17 583	54	1.0	4 590 947	261	265	116	0.4	6 7
Philippines	7 831	26	0 1	1 848 390	236	30	290	1 0	4 6
Singapour	4	7	0 0	880	200	0	0	0.0	0 0
Asie insulaire du Sud-Est	**135 426**	**55**	**0.5**	**28 837 128**	**213**	**110**	**9 156**	**3.7**	**34.8**
Papouasie Nouvelle-Guinée	36 000	79	9.0	6 890 346	191	1 718	43	0.1	10 7
Pacifique	**36 000**	**79**	**9.0**	**6 890 346**	**191**	**1 718**	**43**	**0.1**	**10.7**
Total	**310 597**	**35**	**0.2**	**56 169 871**	**181**	**36**	**32 154**	**3.6**	**20.4**

Tableau 3
Surface de forêts naturelles et de plantations

Année: 1990

Pays	Forêts naturelles						Plantations		
	Surface			Biomasse forestière			Surface		
Région:	*000 ha*	*% surface de terres*	*ha / capita*	*pays total 000 tonnes*	*tonnes/ha (arrondi)*	*tonnes/ capita*	*000 ha*	*% surface de terres*	*ha/000 capita*
AMÉRIQUE LATINE ET CARAÏBES									
Costa Rica	1 428	28	0.5	261 909	183	87	40	0.8	13.3
El Salvador	123	6	0 0	11 627	94	2	6	0.3	1 1
Guatémala	4 225	39	0.5	725 485	172	79	40	0.4	4.3
Honduras	4 605	41	0.9	527 274	115	103	4	0.0	0.8
Mexique	48 586	25	0 5	3 173 608	65	36	155	0.1	1.7
Nicaragua	6 013	51	1 6	1 088 136	181	281	20	0.2	5.2
Panama	3 117	41	1.3	695 380	223	288	9	0.1	3.7
Amérique Centrale	**68 096**	**28**	**0.6**	**6 483 419**	**95**	**55**	**274**	**0.1**	**2.3**
Antigua-et-Barbuda	10	22	0 1	1 176	120	15	0	0 0	0.0
Bahamas	186	19	0.7	22 260	120	86	0	0.0	0.0
Bélize	1 996	88	11 0	255 019	128	1 401	3	0 1	16.5
Cuba	1 715	16	0.2	209 022	122	20	350	3.2	33.9
Dominique	44	59	0 5	5 292	120	65	0	0 0	0 0
République Dominicaine	1 077	22	0.2	106 330	99	15	10	0.2	1 4
Guyane Française	7 997	91	86 9	2 499 846	313	27 172	0	0 0	0 0
Grenade	6	16	0 1	660	120	8	0	0.0	0.0
Guadeloupe	93	55	0 3	11 100	120	33	0	0 0	0 0
Guyane	18 416	94	17.7	4 571 492	248	4 396	12	0 1	11 5
Haïti	23	1	0 0	2 330	100	0	12	0 4	1 8
Jamaïque	239	22	0 1	43 182	181	17	21	1.9	8 3
Martinique	43	40	0 1	5 136	120	15	0	0.0	0 0
Porto Rico	321	36	0 1	38 460	120	11	4	0 5	1 1
St. Kitts et Nevis	13	37	0 3	1 584	120	31	0	0 0	0 0
St. Lucie	5	7	0.0	540	120	4	0	0 0	0 0
St. Vincent	11	27	0.1	1 260	120	11	0	0.0	0 0
Surinam	14 768	95	36 6	3 830 633	259	9 505	12	0 1	29 8
Trinite-et-Tobago	155	30	0 1	32 566	210	25	18	3.5	14.0
Sous-Région Caraïbes	**47 115**	**68**	**1.4**	**11 637 888**	**247**	**337**	**442**	**0.6**	**12.8**
Bolivie	49 317	45	6 7	7 376 206	150	1 009	40	0 0	5 5
Brésil	561 107	66	3.7	106 053 416	189	705	7 000	0 8	46.6
Colombie	54 064	52	1.7	10 514 556	194	330	180	0.2	5 7
Equateur	11 962	43	1 1	2 354 632	197	218	64	0.2	5.9
Paraguay	12 859	32	3 0	795 571	62	186	13	0 0	3 0
Pérou	67 906	53	3.0	16 013 646	236	717	263	0.2	11.8
Vénézuela	45 691	52	2.3	8 615 377	189	437	362	0 4	18.3
Amérique du Sud Tropicale	**802 904**	**60**	**3.3**	**151 723 404**	**189**	**615**	**7 922**	**0.6**	**32.1**
Total	**918 116**	**56**	**2.3**	**169 844 711**	**185**	**426**	**8 638**	**0.5**	**21.7**
Grand Total	**1 756 298**	**37**	**0.7**	**296 158 583**	**169**	**121**	**43 792**	**0.9**	**17.8**

Chiffres inférieurs à 0,5 sont indiqués par le signe ø

Tableau 4
Changements du couvert forestier durant la période 1981-1990

Année: 1990

Pays	Forêts naturelles				Plantations		
	Déforestation annuelles 1981-1990			Surface 1990	Plantation annuelle 1981-1990		Surface 1990
Région:	*000 ha*	*ha/000 capita*	*%*	*000 ha*	*000 ha*	*ha/000 capita*	*000 ha*
AFRIQUE							
Burkina Faso	31,9	4,0	0,7	4 416	1,6	0,2	28
Cap-Vert	ø	ø	0,0	6	1,0	2,6	14
Tchad	88,5	17,4	0,7	11 434	0,3	0,1	6
Gambie	0,8	1,0	0,8	97	0,0	0,0	1
Guinée Bissau	15,9	18,2	0,8	2 021	0,1	0,1	1
Mali	106,3	13,0	0,8	12 144	1,9	0,2	20
Mauritanie	0,0	0,0	0,0	554	0,3	0,1	3
Niger	0,0	0,0	0,0	2 550	1,1	0,2	17
Sénégal	51,8	8,0	0,7	7 544	14,8	2,0	160
Afrique de l'Ouest Sahelienne	**295,3**	**7,8**	**0,7**	**40 767**	**21,1**	**0,5**	**250**
Djibouti	0,0	0,0	0,0	22	0,0	0,0	0
Ethiopie	38,6	0,9	0,3	14 165	17,2	0,4	270
Kenya	6,9	0,3	0,6	1 187	2,3	0,1	168
Somalie	2,8	0,4	0,4	754	-0,5	-0,1	6
Soudan	481,7	22,0	1,1	42 976	12,5	0,5	290
Ouganda	64,5	4,1	1,0	6 346	0,0	0,0	28
Afrique de l'Est Sahelienne	**594,5**	**5,5**	**0,9**	**65 450**	**31,5**	**0,3**	**762**
Bénin	69,7	16,9	1,3	4 947	0,8	0,2	20
Côte d'Ivoire	119,4	11,4	1,0	10 904	4,5	0,4	90
Ghana	137,5	10,7	1,3	9 555	1,5	0,1	75
Guinée	86,6	14,1	1,2	6 692	0,2	0,0	5
Libéria	25,4	11,5	0,5	4 633	0,0	0,0	8
Nigéria	118,7	1,2	0,7	15 634	5,3	0,0	216
Sierra Léone	12,3	3,3	0,6	1 889	0,2	0,0	8
Togo	21,8	7,3	1,5	1 353	1,7	0,5	24
Afrique de l'Ouest	**591,3**	**4,2**	**1,0**	**55 607**	**14,2**	**0,1**	**446**
Cameroun	122,0	13,4	0,6	20 350	1,7	0,2	23
République Centrafricaine	129,3	49,6	0,4	30 562	0,9	0,3	9
Congo	32,3	18,4	0,2	19 865	3,6	1,8	53
Guinée Equatoriale	7,0	22,4	0,4	1 826	0,0	0,0	0
Gabon	116,4	117,4	0,6	18 235	1,1	0,9	30
Zaire	732,2	23,5	0,6	113 275	3,8	0,1	60
Afrique Centrale	**1 139,1**	**24,8**	**0,5**	**204 112**	**11,1**	**0,2**	**175**
Angola	173,8	19,6	0,7	23 074	1,4	0,1	171
Botswana	76,9	70,2	0,5	14 261	0,1	0,1	1
Burundi	1,4	0,3	0,6	233	11,3	2,1	132
Malawi	52,5	7,2	1,4	3 486	10,0	1,2	180
Mozambique	135,3	9,7	0,7	17 329	1,4	0,1	40
Namibie	43,1	37,0	0,3	12 569	0,0	0,0	0
Rwanda	0,4	0,1	0,3	164	6,1	0,8	125
Tanzanie	438,2	19,0	1,2	33 554	12,2	0,4	220
Zambie	362,9	51,1	1,1	32 301	3,0	0,4	68
Zimbabwe	60,9	7,2	0,7	8 897	2,0	0,2	120
Afrique du Sud Tropicale	**1 345,4**	**16,4**	**0,9**	**145 868**	**47,5**	**0,5**	**1 057**
Madagascar	134,7	13,0	0,8	15 781	4,4	0,4	310
Afrique Insulaire	**134,7**	**13,0**	**0,8**	**15 781**	**4,4**	**0,4**	**310**
Total	**4 100,3**	**9,7**	**0,7**	**527 586**	**129,8**	**0,3**	**3 000**

Tableau 4 *Année: 1990*
Changements du couvert forestier durant la période 1981-1990

Pays	Forêts naturelles				Plantations		
	Déforestation annuelles 1981-1990			Surface 1990	Plantation annuelle 1981-1990		Surface 1990
Région:	*000 ha*	*ha/000 capita*	*%*	*000 ha*	*000 ha*	*ha/000 capita*	*000 ha*
ASIE ET PACIFIQUE							
Bangladesh	37,6	0,4	3,9	769	17,5	0,2	335
Bhoutan	16,4	12,7	0,6	2 809	0,3	0,2	5
Inde	339,0	0,4	0,6	51 729	1 441,4	1,9	18 900
Népal	54,5	3,2	1,0	5 023	6,1	0,4	80
Pakistan	76,7	0,7	3,4	1 855	6,0	0,1	240
Sri Lanka	26,9	1,7	1,4	1 746	8,6	0,5	198
Asie du Sud	**551,1**	**0,5**	**0,8**	**63 931**	**1 479,9**	**1,5**	**19 758**
Cambodge	131,4	17,9	1,0	12 163	0,0	0,0	0
Laos	129,4	35,6	0,9	13 173	0,2	0,1	6
Myanmar	400,6	10,6	1,3	28 856	27,9	0,7	335
Thaïlande	515,3	10,1	3,3	12 735	42,0	0,8	756
Viêt Nam	137,0	2,3	1,5	8 312	70,0	1,2	2 100
Asie du Sud-Est	**1 313,7**	**8,2**	**1,6**	**75 240**	**140,1**	**0,9**	**3 197**
Brunei	1,8	8,0	0,4	458	0,0	0,0	0
Indonésie	1 212,0	7,3	1,0	109 549	474,0	2,9	8 750
Malaisie	396,3	25,5	2,0	17 583	9,0	0,6	116
Philippines	316,0	5,7	3,3	7 831	-1,0	-0,0	290
Singapour	0,0	0,0	0,0	4	0,0	0,0	0
Asie insulaire du Sud-Est	**1 926,1**	**8,0**	**1,3**	**135 426**	**482,0**	**2,0**	**9 156**
Papouasie Nouvelle-Guinée	113,0	31,9	0,3	36 000	2,1	0,6	43
Pacifique	**113,0**	**31,9**	**0,3**	**36 000**	**2,1**	**0,6**	**43**
Total	**3 904,0**	**2,8**	**1,2**	**310 597**	**2 104,1**	**1,5**	**32 154**

Tableau 4 *Année: 1990*

Changements du couvert forestier durant la période 1981-1990

Pays	Forêts naturelles				Plantations		
	Déforestation annuelles 1981-1990			Surface 1990	Plantation annuelle 1981-1990		Surface 1990
Région:	*000 ha*	*ha/000 capita*	*%*	*000 ha*	*000 ha*	*ha/000 capita*	*000 ha*
AMÉRIQUE LATINE ET CARAÏBES							
Costa Rica	49,6	18,7	2,9	1 428	3,7	1,4	40
El Salvador	3,1	0,6	2,2	123	0,5	0,1	6
Guatémala	81,3	10,1	1,7	4 225	2,5	0,3	40
Honduras	111,6	25,4	2,1	4 605	0,4	0,1	4
Mexique	678,0	8,5	1,3	48 586	7,5	0,1	155
Nicaragua	124,0	37,3	1,9	6 013	1,8	0,5	20
Panama	64,4	29,4	1,9	3 117	0,5	0,2	9
Amérique Centrale	**1 111,9**	**10,6**	**1,5**	**68 096**	**16,9**	**0,2**	**274**
Antigua-et-Barbuda	ø	ø	0,2	10	0,0	ø	0
Bahamas	4,5	18,6	2,1	186	0,0	0,0	0
Bélize	5,0	30,9	0,2	1 996	0,1	0,6	3
Cuba	17,3	1,7	1,0	1 715	19,3	1,9	350
Dominique	0,3	4,2	0,7	44	0,0	0,0	0
République Dominicaine	35,1	5,4	2,8	1 077	0,4	0,1	10
Guyane Française	0,3	3,3	0,0	7 997	0,0	0,0	0
Grenade	-0,2	-2,0	-4,3	6	0,0	0,0	0
Guadeloupe	0,3	0,9	0,3	93	0,0	0,0	0
Guyane	18,0	19,0	0,1	18 416	1,1	1,2	12
Haiti	1,5	0,2	4,8	23	1,1	0,2	12
Jamaïque	26,8	11,4	7,2	239	0,8	0,3	21
Martinique	0,2	0,7	0,5	43	0,0	0,0	0
Porto Rico	-4,2	-1,3	-1,4	321	0,1	0,0	4
St. Kitts et Nevis	-0,0	ø	-0,2	13	0,0	ø	0
St. Lucie	0,3	2,4	5,2	5	0,0	0,0	0
St. Vincent	0,3	2,4	2,1	11	0,0	0,0	0
Surinam	12,7	33,6	0,1	14 768	0,4	1,1	12
Trinite-et-Tobago	3,7	3,1	2,1	155	0,2	0,2	18
Sous-Région Caraïbes	**121,8**	**3,8**	**0,3**	**47 115**	**23,5**	**0,7**	**442**
Bolivie	624,7	96,9	1,2	49 317	1,4	0,2	40
Brésil	3 670,9	27,0	0,6	561 107	279,2	2,1	7 000
Colombie	367,0	12,7	0,7	54 064	12,7	0,4	180
Equateur	238,0	25,2	1,8	11 962	2,1	0,2	64
Paraguay	402,5	108,4	2,7	12 859	1,0	0,3	13
Pérou	271,2	13,7	0,4	67 906	12,6	0,6	263
Vénezuela	599,0	34,5	1,2	45 691	23,8	1,4	362
Amérique du Sud Tropicale	**6 173,4**	**27,9**	**0,7**	**802 904**	**332,8**	**1,5**	**7 922**
Total	**7 407,2**	**20,6**	**0,8**	**918 116**	**373,2**	**1,0**	**8 638**
Grand Total	**15 411,4**	**7,0**	**0,8**	**1 756 298**	**2 607,1**	**1,2**	**43 792**

Chiffres inférieurs à 0,5 sont indiqués par le signe ø

Tableau 5
Etat des surfaces exploitées en 1990

Année: 1990

Pays	Exploitation commerciale 1981-80					
	Forêts naturelles	Intensité moyenne d'exploitation	Forêt primaire annuellement exploitée	Forêt déjà exploitée, annuellement exploitée	Surface anuelle exploitée	Surface annuellement exploitée
Région:	*000 ha*	*m³/ha*	*000 ha*	*000 ha*	*000 ha*	*%*
AFRIQUE						
Burkina Faso	4 416	5	0	0	0	0,0
Cap-Vert	6	n.d	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tchad	11 434	5	0	0	0	0,0
Gambie	97	18	0	0	0	0,0
Guinée Bissau	2 021	5	5	1	6	0,3
Mali	12 144	5	0	0	0	0,0
Mauritanie	554	5	0	0	0	0,0
Niger	2 550	12	0	0	0	0,0
Sénégal	7 544	20	0	0	0	0,0
Afrique de l'Ouest Sahelienne	**40 767**	**9**	**5**	**1**	**6**	**0,0**
Djibouti	22	n d	n.d	n d.	n.d.	n.d
Ethiopie	14 165	30	0	0	0	0,0
Kenya	1 187	27	2	0	2	0,2
Somalie	754	12	0	1	1	0,1
Soudan	42 976	18	0	0	0	0,0
Ouganda	6 346	27	0	0	0	0,0
Afrique de l'Est Sahelienne	**65 450**	**23**	**3**	**1**	**4**	**0,0**
Bénin	4 947	4	0	0	0	0,0
Côte d'Ivoire	10 904	25	29	56	85	0,8
Ghana	9 555	24	2	9	11	0,1
Guinée	6 692	7	8	1	9	0,1
Libéria	4 633	8	68	10	78	1,7
Nigéria	15 634	35	39	88	127	0,8
Sierra Léone	1 889	13	0	1	1	0,1
Togo	1 353	10	0	0	0	0,0
Afrique de l'Ouest	**55 607**	**16**	**146**	**165**	**311**	**0,6**
Cameroun	20 350	6	297	36	333	1,6
République Centrafricaine	30 562	15	3	0	3	0,0
Congo	19 865	8	70	9	79	0,4
Guinée Equatoriale	1 826	25	5	1	6	0,3
Gabon	18 235	10	117	9	126	0,7
Zaire	113 275	15	24	1	25	0,0
Afrique Centrale	**204 112**	**13**	**516**	**56**	**572**	**0,3**
Angola	23 074	15	0	1	1	0,0
Botswana	14 261	n d.	n.d.	n.d.	n d	n.d.
Burundi	233	30	0	0	0	0,0
Malawi	3 486	15	0	0	0	0,0
Mozambique	17 329	10	0	1	1	0,0
Namibie	12 569	n.d.	n.d	n.d.	n d	n d
Rwanda	164	30	0	1	1	0,6
Tanzanie	33 554	5	1	0	1	0,0
Zambie	32 301	5	2	3	5	0,0
Zimbabwe	8 897	12	0	0	0	0,0
Afrique du Sud Tropicale	**145 868**	**15**	**3**	**6**	**9**	**0,0**
Madagascar	15 781	24	6	14	20	0,1
Afrique Insulaire	**15 781**	**24**	**6**	**14**	**20**	**0,1**
Total	**527 586**	**15**	**676**	**237**	**913**	**0,2**

Tableau 5
Etat des surfaces exploitées en 1990

Année: 1990

Pays	Exploitation commerciale 1981-80					
	Forêts naturelles	Intensité moyenne d'exploitation	Forêt primaire annuellement exploitée	Forêt déjà exploitée, annuellement exploitée	Surface anuelle exploitée	Surface annuellement exploitée
Région:	*000 ha*	*m³/ha*	*000 ha*	*000 ha*	*000 ha*	*%*
ASIE ET PACIFIQUE						
Bangladesh	769	30	1	14	15	1,9
Bhoutan	2 809	76	2	1	3	0,1
Inde	51 729	20	8	35	43	0,1
Népal	5 023	n.d	n.d.	n d.	n.d.	n.d
Pakistan	1 855	n d.	n.d	n d.	n.d.	n.d.
Sri Lanka	1 746	45	0	3	3	0,2
Asie du Sud	**63 931**	**43**	**11**	**53**	**64**	**0,1**
Cambodge	12 163	20	3	0	3	0,0
Laos	13 173	12	8	1	9	0,1
Myanmar	28 856	14	178	20	198	0,7
Thaïlande	12 735	24	17	20	37	0,3
Viêt Nam	8 312	30	26	32	58	0,7
Asie du Sud-Est	**75 240**	**20**	**232**	**73**	**305**	**0,4**
Brunei	458	75	3	0	3	0,7
Indonésie	109 549	20	1 054	169	1 223	1,1
Malaisie	17 583	75	385	70	455	2,6
Philippines	7 831	83	25	16	41	0,5
Singapour	4	n.d	n.d.	n.d	n.d.	n.d
Asie insulaire du Sud-Est	**135 426**	**63**	**1 467**	**255**	**1 722**	**1,3**
Papouasie Nouvelle-Guinée	36 000	32	53	4	57	0,2
Pacifique	**36 000**	**32**	**53**	**4**	**57**	**0,2**
Total	**310 597**	**40**	**1 763**	**385**	**2 148**	**0,7**

Tableau 5
Etat des surfaces exploitées en 1990

Année: 1990

Pays	Exploitation commerciale 1981-80					
	Forêts naturelles	Intensité moyenne d'exploitation	Forêt primaire annuellement exploitée	Forêt déjà exploitée, annuellement exploitée	Surface anuelle exploitée	Surface annuellement exploitée
Région:	*000 ha*	*m³/ha*	*000 ha*	*000 ha*	*000 ha*	*%*
AMÉRIQUE LATINE ET CARAÏBES						
Costa Rica	1 428	22	9	25	34	2,4
El Salvador	123	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Guatémala	4 225	10	1	1	2	0,0
Honduras	4 605	10	0	1	1	0,0
Mexique	48 586	15	4	0	4	0,0
Nicaragua	6 013	10	42	3	45	0,7
Panama	3 117	30	2	1	3	0,1
Amérique Centrale	**68 096**	**16**	**58**	**31**	**89**	**0,1**
Antigua-et-Barbuda	10	n.d	n.d	n d	n d	n d.
Bahamas	186	n.d	n d	n.d	n d	n.d.
Bélize	1 996	10	0	3	3	0,2
Cuba	1 715	15	0	2	2	0,1
Dominique	44	n d	n.d	n d	n d	n d
République Dominicaine	1 077	10	0	0	0	0,0
Guyane Française	7 997	16	11	1	12	0,2
Grenade	6	n d	n.d	n d	n d	n d
Guadeloupe	93	10	0	0	0	0,0
Guyane	18 416	20	8	1	9	0,0
Haiti	23	15	0	1	1	4,3
Jamaique	239	14	1	0	1	0,4
Martinique	43	10	0	0	0	0,0
Porto Rico	321	n d	n d	n.d	n d	n d
St Kitts et Nevis	13	n d	n d	n d	n.d	n.d
St. Lucie	5	n d	n d	n d	n d	n d
St Vincent	11	n.d	n d	n.d	n d	n d
Surinam	14 768	16	10	1	11	0,1
Trinite-et-Tobago	155	15	0	3	3	1,9
Sous-Région Caraïbes	**47 115**	**14**	**30**	**12**	**42**	**0,1**
Bolivie	49 317	13	9	3	12	0,0
Brésil	561 107	6	1 842	140	1 982	0,4
Colombie	54 064	16	101	7	108	0,2
Equateur	11 962	15	145	6	151	1,3
Paraguay	12 859	11	9	39	48	0,4
Pérou	67 906	12	76	14	90	0,1
Vénézuela	45 691	11	21	33	54	0,1
Amérique du Sud Tropicale	**802 904**	**12**	**2 203**	**242**	**2 445**	**0,3**
Total	**918 116**	**14**	**2 291**	**285**	**2 576**	**0,3**
Grand Total	**1 756 298**	**19**	**4 730**	**907**	**5 637**	**0,3**

Chiffres inférieurs à 0,5 sont indiqués par le signe ø
n.d. - non disponible

Tableau 6
Surface des terres et couvert forestier par zone écologique

Année: 1990

Pays	Zones écologiques											
	Zone très humide		Zone humide		Zone sèche		Zone très sèche		Zone désertique (chaude/ froide)		Zone de collines et de montagnes	
	Surface des terres	Couvert fores.	Surface des terres	Couvert fores.	Surface des terres	Couvert fores	Surface des terres	Couvert fores.	Surface des terres	Couvert fores.	Surface des terres	Couvert fores.
Région:	*000 ha*	*%*	*000 ha*	*%*	*000 ha*	*%*	*000 ha*	*%*	*000 ha*	*%*	*000 ha*	*%*
AFRIQUE												
Burkina Faso	0	0	7 956	27	12 164	13	7 259	11	0	0	0	0
Cap-Vert	0	0	0	0	0	0	403	2	0	0	0	0
Tchad	0	0	12 511	31	15 731	32	33 731	7	61 490	ø	2 456	0
Gambie	0	0	762	10	238	7	0	0	0	0	0	0
Guinée Bissau	0	0	2 812	72	0	0	0	0	0	0	0	0
Mali	0	0	10 471	35	9 372	49	39 847	10	62 329	0	0	0
Mauritanie	0	0	0	0	0	0	25 165	2	77 357	0	0	0
Niger	0	0	0	0	1 094	17	48 652	5	76 924	0	0	0
Sénégal	0	0	4 555	57	3 992	43	10 707	30	0	0	0	0
Afrique de l'Ouest Sahelienne	**0**	**0**	**39 067**	**37**	**42 591**	**31**	**165 764**	**8**	**278 100**	**ø**	**2 456**	**0**
Djibouti	0	0	0	0	0	0	0	0	2 318	1	0	0
Ethiopie	0	0	0	0	9 180	22	30 272	18	24 094	3	46 554	13
Kenya	0	0	695	2	1 046	2	43 074	ø	246	37	11 907	8
Somalie	0	0	0	0	0	0	33 122	2	28 552	0	1 060	0
Soudan	0	0	18 751	67	43 598	41	81 996	15	91 366	0	1 888	38
Ouganda	0	0	2 564	43	0	0	1 156	20	60	75	16 176	31
Afrique de l'Est Sahelienne	**0**	**0**	**22 010**	**62**	**53 824**	**37**	**189 620**	**10**	**146 636**	**1**	**77 586**	**16**
Bénin	0	0	9 464	44	1 598	48	0	0	0	0	0	0
Côte d'Ivoire	0	0	31 686	34	0	0	0	0	0	0	114	63
Ghana	0	0	22 097	41	905	45	0	0	0	0	0	0
Guinée	1 129	34	22 586	27	0	0	0	0	0	0	871	15
Libéria	2 915	31	6 759	55	0	0	0	0	0	0	1	22
Nigéria	2 403	50	55 453	22	18 107	8	13 103	6	0	0	2 011	12
Sierra Léone	3 139	24	3 964	28	0	0	0	0	0	0	59	42
Togo	0	0	4 635	28	390	9	415	0	0	0	0	0
Afrique de l'Ouest	**9 585**	**34**	**156 644**	**31**	**20 999**	**12**	**13 518**	**6**	**0**	**0**	**3 056**	**15**
Cameroun	12 674	63	23 436	42	3 410	17	889	10	0	0	6 132	29
République Centrafricaine	706	100	54 443	52	5 830	14	0	0	0	0	1 319	59
Congo	8 381	91	25 769	47	0	0	0	0	0	0	0	0
Guinee Equatoriale	1 391	63	1 371	68	0	0	0	0	0	0	43	33
Gabon	1 667	69	24 100	71	0	0	0	0	0	0	0	0
Zaire	83 486	72	122 661	37	533	21	0	0	ø	75	20 080	37
Afrique Centrale	**108 305**	**73**	**251 779**	**45**	**9 773**	**15**	**889**	**10**	**ø**	**75**	**27 574**	**37**
Angola	0	0	60 801	20	37 204	19	6 181	12	3 936	0	16 547	19
Botswana	0	0	0	0	10 572	28	45 174	24	927	54	0	0
Burundi	0	0	323	15	0	0	0	0	0	0	2 242	8
Malawi	0	0	7 963	37	605	27	0	0	0	0	840	44
Mozambique	0	0	25 132	26	49 498	21	3 627	17	0	0	153	9
Namibie	0	0	0	0	11 356	22	35 618	22	35 354	6	0	0
Rwanda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 467	7
Tanzanie	0	0	31 267	45	32 496	38	11 984	33	124	10	12 734	24
Zambie	0	0	49 869	43	23 688	43	0	0	0	0	782	43
Zimbabwe	0	0	0	0	33 343	23	4 903	22	0	0	422	16
Afrique du Sud Tropicale	**0**	**0**	**175 356**	**33**	**198 761**	**27**	**107 487**	**24**	**40 342**	**6**	**36 185**	**20**
Madagascar	8 670	52	17 326	22	8 728	25	3 868	18	0	0	19 562	23
Afrique insulaire	**8 670**	**52**	**17 326**	**22**	**8 728**	**25**	**3 868**	**18**	**0**	**0**	**19 562**	**23**
Total	**126 561**	**68**	**662 182**	**38**	**334 677**	**28**	**481 146**	**12**	**465 078**	**1**	**166 419**	**21**

Tableau 6
Surface des terres et couvert forestier par zone écologique

Année: 1990

Pays	Zones écologiques											
	Zone très humide		Zone humide		Zone sèche		Zone très sèche		Zone désertique (chaude/ froide)		Zone de collines et de montagnes	
	Surface des terres	Couvert fores.	Surface des terres	Couvert fores	Surface des terres	Couvert fores.	Surface des terres	Couvert fores.	Surface des terres	Couvert fores.	Surface des terres	Couvert fores.
Région:	*000 ha*	%	*000 ha*	%	*000 ha*	%	*000 ha*	%	*000 ha*	%	*000 ha*	%
ASIE ET PACIFIQUE												
Bangladesh	4 622	12	8 394	2	0	0	0	0	0	0	ø	0
Bhoutan	352	50	0	0	0	0	0	0	1 299	31	3 049	73
Inde	18 218	45	40 497	17	178 714	15	18 450	0	23 965	5	17 476	51
Népal	1 764	35	2 876	45	154	24	0	0	3 997	18	4 888	48
Pakistan	0	0	255	4	4 784	ø	21 633	ø	27 557	1	22 859	6
Sri Lanka	1 642	15	2 385	25	2 231	37	0	0	0	0	205	28
Asie du Sud	**26 598**	**37**	**54 407**	**17**	**185 883**	**15**	**40 083**	**ø**	**56 819**	**5**	**48 477**	**31**
Cambodge	1 965	86	4 999	72	10 594	64	0	0	0	0	95	98
Laos	6 054	65	7 428	61	3 545	64	0	0	0	0	6 053	40
Myanmar	22 303	54	21 981	47	5 818	6	0	0	247	17	15 447	38
Thaïlande	12 755	24	11 784	44	24 308	13	0	0	0	0	2 242	56
Viêt Nam	6 981	41	16 365	21	4 485	21	0	0	0	0	4 717	23
Asie du Sud-Est	**50 059**	**47**	**62 558**	**43**	**48 750**	**28**	**0**	**0**	**247**	**17**	**28 554**	**38**
Brunei	527	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indonésie	148 016	63	15 559	22	1 276	6	0	0	106	73	16 200	75
Malaisie	31 185	52	0	0	0	0	0	0	0	0	1 670	75
Philippines	17 271	24	10 526	15	0	0	0	0	0	0	2 019	100
Singapour	61	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asie insulaire du Sud-Est	**197 060**	**58**	**26 085**	**19**	**1 276**	**6**	**0**	**0**	**106**	**73**	**19 889**	**77**
Papouasie Nouvelle-Guinée	34 261	86	2 601	27	1 242	34	0	0	330	56	6 853	78
Pacifique	**34 261**	**86**	**2 601**	**27**	**1 242**	**34**	**0**	**0**	**330**	**56**	**6 853**	**78**
Total	**307 979**	**58**	**145 651**	**29**	**237 151**	**17**	**40 083**	**ø**	**57 501**	**5**	**103 773**	**45**

Tableau 6
Surface des terres et couvert forestier par zone écologique

Année: 1990

Pays	Zones écologiques											
	Zone très humide		Zone humide		Zone sèche		Zone très sèche		Zone désertique (chaude/ froide)		Zone de collines et de montagnes	
	Surface des terres	Couvert fores.	Surface des terres	Couvert fores	Surface des terres	Couvert fores	Surface des terres	Couvert fores.	Surface des terres	Couvert fores.	Surface des terres	Couvert fores
Région:	*000 ha*	*%*	*000 ha*	*%*	*000 ha*	*%*	*000 ha*	*%*	*000 ha*	*%*	*000 ha*	*%*
AMÉRIQUE LATINE ET CARAÏBES												
Costa Rica	2 236	28	ø	25	0	0	0	0	0	0	2 870	28
El Salvador	551	6	206	6	0	0	0	0	0	0	1 328	6
Guatémala	3 795	90	731	100	0	0	0	0	0	0	6 318	1
Honduras	3 125	41	1 061	41	0	0	0	0	0	0	7 003	41
Mexique	3 526	69	32 802	34	7 830	20	4 135	18	15 013	9	127 563	25
Nicaragua	7 331	51	687	51	0	0	0	0	0	0	3 857	51
Panama	4 331	42	488	14	0	0	0	0	0	0	2 781	45
Amérique Centrale	**24 894**	**53**	**35 974**	**35**	**7 830**	**20**	**4 135**	**18**	**15 013**	**9**	**151 720**	**25**
Antigua-et-Barbuda	0	0	44	22	0	0	0	0	0	0	0	0
Bahamas	0	0	668	19	255	19	24	19	19	19	34	19
Belize	1 741	100	238	100	0	0	0	0	0	0	300	5
Cuba	729	16	7 985	16	15	16	0	0	0	0	2 254	16
Dominique	75	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
République Dominicaine	1 531	22	1 228	22	0	0	0	0	0	0	2 080	22
Guyane Française	8 774	91	41	7	0	0	0	0	0	0	0	0
Grenade	0	0	34	16	0	0	0	0	0	0	0	0
Guadeloupe	169	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Guyane	11 671	100	6 346	80	0	0	0	0	0	0	1 668	100
Haïti	534	1	1 039	1	2	1	0	0	0	0	1 181	1
Jamaïque	554	22	514	22	ø	22	0	0	0	0	15	22
Martinique	106	40	0	0	0	0	0	0	0	0	ø	38
Porto Rico	136	36	416	36	0	0	0	0	0	0	333	36
St Kitts et Nevis	0	0	36	37	0	0	0	0	0	0	0	0
St Lucie	61	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St Vincent	38	27	1	27	0	0	0	0	0	0	0	0
Surinam	9 042	100	6 558	87	0	0	0	0	0	0	0	0
Trinite-et-Tobago	513	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sous-Région Caraïbes	**35 674**	**88**	**25 148**	**52**	**272**	**18**	**24**	**19**	**19**	**19**	**7 865**	**34**
Bolivie	0	0	54 629	65	16 269	45	0	0	23 550	ø	13 989	46
Brésil	304 458	96	260 550	76	84 547	34	0	0	0	0	196 096	22
Colombie	56 867	83	24 800	17	1 445	1	863	0	769	0	19 064	13
Equateur	10 590	68	3 951	42	1 000	4	203	0	3 545	ø	8 395	37
Paraguay	0	0	21 077	29	18 194	37	0	0	0	0	459	6
Perou	45 994	88	13 007	95	380	5	7 175	4	23 506	1	37 938	39
Venezuela	21 583	91	46 946	33	4 607	5	1 271	1	104	0	13 694	76
Amérique du Sud Tropicale	**439 492**	**92**	**424 960**	**64**	**126 443**	**34**	**9 512**	**3**	**51 474**	**ø**	**289 636**	**28**
Total	**500 060**	**90**	**486 083**	**61**	**134 544**	**33**	**13 672**	**8**	**66 506**	**2**	**449 221**	**27**
Grand Total	**934 599**	**77**	**1 293 915**	**46**	**706 373**	**25**	**534 901**	**11**	**589 085**	**1**	**719 413**	**28**

Chiffres inférieurs à 0.5 sont indiqués par le signe ø

Tableau 7
Surface de formations forestières

Année: 1990

Pays	Formations forestières naturelles												
	Zone très humide		Zone humide		Zone sèche		Zone très sèche		Zone désertique (chaude/ froide)		Zone de collines et de montagnes		Total forêts
Région:	000 ha	%	000 ha	%	000 ha	%	000 ha	%	000 ha	%	000 ha	%	000 ha
AFRIQUE													
Burkina Faso	0	0	2 112	48	1 533	35	771	17	0	0	0	0	4 416
Cap-Vert	0	0	0	0	0	0	6	100	0	0	0	0	6
Tchad	0	0	3 932	34	5 024	44	2 461	22	17	ø	0	0	11 434
Gambie	0	0	79	82	18	18	0	0	0	0	0	0	97
Guinée Bissau	0	0	2 021	100	0	0	0	0	0	0	0	0	2 021
Mali	0	0	3 706	31	4 548	37	3 891	32	0	0	0	0	12 144
Mauritanie	0	0	0	0	0	0	554	100	0	0	0	0	554
Niger	0	0	0	0	190	7	2 359	93	0	0	0	0	2 550
Sénégal	0	0	2 586	34	1 716	23	3 242	43	0	0	0	0	7 544
Afrique de l'Ouest Sahelienne	**0**	**0**	**14 437**	**35**	**13 029**	**32**	**13 285**	**33**	**17**	**ø**	**0**	**0**	**40 767**
Djibouti	0	0	0	0	0	0	0	0	22	100	0	44	22
Ethiopie	0	0	0	0	2 008	14	5 346	38	639	5	6 173	77	14 165
Kenya	0	0	13	1	19	2	156	13	91	8	908	0	1 187
Somalie	0	0	0	0	0	0	754	100	0	0	0	2	754
Soudan	0	0	12 472	29	17 757	41	12 027	28	0	0	720	78	42 976
Ouganda	0	0	1 091	17	0	0	231	4	45	1	4 980	0	6 346
Afrique de l'Est Sahelienne	**0**	**0**	**13 576**	**21**	**19 784**	**30**	**18 513**	**28**	**797**	**1**	**12 780**	**1**	**65 450**
Benin	0	0	4 183	85	764	15	0	0	0	0	0	0	4 947
Côte d'Ivoire	0	0	10 831	99	0	0	0	0	0	0	73	2	10 904
Ghana	0	0	9 151	96	404	4	0	0	0	0	0	ø	9 555
Guinee	385	6	6 180	92	0	0	0	0	0	0	128	2	6 692
Libéria	893	19	3 741	81	0	0	0	0	0	0	ø	1	4 633
Nigeria	1 197	8	12 011	77	1 380	9	803	5	0	0	243	0	15 634
Sierra Léone	756	40	1 108	59	0	0	0	0	0	0	25	9	1 889
Togo	0	0	1 318	97	35	3	0	0	0	0	0	3	1 353
Afrique de l'Ouest	**3 230**	**6**	**48 523**	**87**	**2 583**	**5**	**803**	**1**	**0**	**0**	**468**	**0**	**55 607**
Cameroun	8 021	39	9 892	49	585	3	86	ø	0	0	1 767	1	20 350
République Centrafricaine	706	2	28 267	92	817	3	0	0	0	0	772	0	30 562
Congo	7 667	39	12 198	61	0	0	0	0	0	0	0	7	19 865
Guinée Equatoriale	882	48	930	51	0	0	0	0	0	0	14	14	1 826
Gabon	1 155	6	17 080	94	0	0	0	0	0	0	0	0	18 235
Zaïre	60 437	53	45 209	40	111	ø	0	0	ø	ø	7 518	80	113 275
Afrique Centrale	**78 867**	**39**	**113 575**	**56**	**1 512**	**1**	**86**	**ø**	**ø**	**ø**	**10 072**	**11**	**204 112**
Angola	0	0	11 942	52	7 218	31	751	3	0	0	3 163	ø	23 074
Botswana	0	0	0	0	2 940	21	10 816	76	504	4	0	0	14 261
Burundi	0	0	47	20	0	0	0	0	0	0	186	100	233
Malawi	0	0	2 948	85	166	5	0	0	0	0	373	9	3 486
Mozambique	0	0	6 526	38	10 163	59	627	4	0	0	13	1	17 329
Namibie	0	0	0	0	2 521	20	7 994	64	2 054	16	0	1	12 569
Rwanda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	164	29	164
Tanzanie	0	0	14 128	42	12 375	37	4 004	12	13	ø	3 035	0	33 554
Zambie	0	0	21 676	67	10 288	32	0	0	0	0	337	20	32 301
Zimbabwe	0	0	0	0	7 729	87	1 099	12	0	0	69	1	8 897
Afrique du Sud Tropicale	**0**	**0**	**57 267**	**39**	**53 400**	**37**	**25 291**	**17**	**2 571**	**2**	**7 339**	**5**	**145 868**
Madagascar	4 507	29	3 777	24	2 219	14	682	4	0	0	4 596	5	15 781
Afrique Insulaire	**4 507**	**29**	**3 777**	**24**	**2 219**	**14**	**682**	**4**	**0**	**0**	**4 596**	**29**	**15 781**
Total	**86 604**	**16**	**251 154**	**48**	**92 527**	**18**	**58 660**	**11**	**3 385**	**1**	**35 256**	**7**	**527 586**

Tableau 7 *Année: 1990*

Surface de formations forestières

Pays	Formations forestières naturelles												
	Zone très humide		Zone humide		Zone sèche		Zone très sèche		Zone désertique (chaude/ froide)		Zone de collines et de montagnes		Total forêts
Région:	*000 ha*	%	*000 ha*	%	*000 ha*	%	*000 ha*	%	*000 ha*	%	*000 ha*	%	*000 ha*
ASIE ET PACIFIQUE													
Bangladesh	572	74	197	26	0	0	0	0	0	0	0	0	769
Bhoutan	176	6	0	0	0	0	0	0	403	14	2 230	79	2 809
Inde	8 225	16	7 063	14	26 242	51	0	0	1 283	2	8 917	17	51 729
Népal	609	12	1 300	26	37	1	0	0	716	14	2 361	47	5 023
Pakistan	0	0	11	1	4	ø	37	2	380	20	1 423	77	1 855
Sri Lanka	247	14	605	35	836	48	0	0	0	0	57	3	1 746
Asie du Sud	**9 829**	**15**	**9 176**	**14**	**27 119**	**42**	**37**	**ø**	**2 781**	**4**	**14 988**	**1**	**63 931**
Cambodge	1 689	14	3 610	30	6 771	56	0	0	0	0	93	18	12 163
Laos	3 960	30	4 542	34	2 267	17	0	0	0	0	2 405	21	13 173
Myanmar	12 094	42	10 427	36	351	1	0	0	43	ø	5 942	10	28 856
Thaïlande	3 082	24	5 232	41	3 159	25	0	0	0	0	1 263	13	12 735
Viêt Nam	2 894	35	3 382	41	952	11	0	0	0	0	1 084	0	8 312
Asie du Sud-Est	**23 719**	**32**	**27 192**	**36**	**13 499**	**18**	**0**	**0**	**43**	**ø**	**10 786**	**11**	**75 240**
Brunei	458	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	458
Indonésie	93 950	86	3 366	3	73	ø	0	0	77	ø	12 083	26	109 549
Malaisie	16 339	93	0	0	0	0	0	0	0	0	1 244	0	17 583
Philippines	4 214	54	1 598	20	0	0	0	0	0	0	2 019	15	7 831
Singapour	4	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	4
Asie insulaire du Sud-Est	**114 966**	**85**	**4 964**	**4**	**73**	**ø**	**0**	**0**	**77**	**ø**	**15 347**	**14**	**135 426**
Papouasie Nouvelle-Guinée	29 323	81	705	2	417	1	0	0	184	1	5 370	11	36 000
Pacifique	**29 323**	**81**	**705**	**2**	**417**	**1**	**0**	**0**	**184**	**1**	**5 370**	**15**	**36 000**
Total	**177 837**	**57**	**42 038**	**14**	**41 108**	**13**	**37**	**ø**	**3 085**	**1**	**46 491**	**15**	**310 597**

Tableau 7
Surface de formations forestières

Année: 1990

Pays	Formations forestières naturelles												
	Zone très humide		Zone humide		Zone sèche		Zone très sèche		Zone désertique (chaude/ froide)		Zone de collines et de montagnes		Total forêts
Région:	*000 ha*	%	*000 ha*	%	*000 ha*	%	*000 ha*	%	*000 ha*	%	*000 ha*	%	*000 ha*
AMÉRIQUE LATINE ET CARAÏBES													
Costa Rica	625	44	ø	ø	0	0	0	0	0	0	802	56	1 428
El Salvador	33	26	12	10	0	0	0	0	0	0	79	64	123
Guatémala	3 403	81	731	17	0	0	0	0	0	0	92	2	4 225
Honduras	1 286	28	437	9	0	0	0	0	0	0	2 882	63	4 605
Mexique	2 441	5	11 110	23	1 590	3	759	2	1 424	3	31 261	64	48 586
Nicaragua	3 712	62	348	6	0	0	0	0	0	0	1 953	32	6 013
Panama	1 802	58	67	2	0	0	0	0	0	0	1 249	40	3 117
Amérique Centrale	**13 301**	**20**	**12 704**	**19**	**1 590**	**2**	**759**	**1**	**1 424**	**2**	**38 317**	**0**	**68 096**
Antigua-et-Barbuda	0	0	10	100	0	0	0	0	0	0	0	3	10
Bahamas	0	0	124	67	47	25	5	2	4	2	6	1	186
Belize	1 741	87	238	12	0	0	0	0	0	0	16	21	1 996
Cuba	114	7	1 247	73	2	ø	0	0	0	0	352	0	1 715
Dominique	44	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	44
Republique Dominicaine	341	32	273	25	0	0	0	0	0	0	463	0	1 077
Guyane Française	7 993	100	3	ø	0	0	0	0	0	0	0	0	7 997
Grenade	0	0	6	100	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Guadeloupe	93	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	93
Guyane	11 671	63	5 077	28	0	0	0	0	0	0	1 668	43	18 416
Haiti	5	19	9	38	ø	ø	0	0	0	0	10	1	23
Jamaïque	122	51	113	47	ø	ø	0	0	0	0	3	ø	239
Martinique	43	100	0	0	0	0	0	0	0	0	ø	38	43
Porto Rico	49	15	151	47	0	0	0	0	0	0	121	0	321
St Kitts et Nevis	0	0	13	100	0	0	0	0	0	0	0	0	13
St Lucie	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
St Vincent	10	98	ø	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Suriname	9 042	61	5 726	39	0	0	0	0	0	0	0	0	14 768
Trinite-et-Tobago	155	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	155
Sous-Région Caraïbes	**31 428**	**67**	**12 990**	**28**	**50**	**ø**	**5**	**ø**	**4**	**ø**	**2 639**	**8**	**47 115**
Bolivie	0	0	35 582	72	7 346	15	0	0	4	ø	6 385	5	49 317
Brésil	291 597	52	197 082	35	28 863	5	0	0	0	0	43 565	26	561 107
Colombie	47 455	88	4 101	8	18	ø	0	0	0	0	2 490	ø	54 064
Equateur	7 150	60	1 669	14	44	ø	0	0	ø	ø	3 100	22	11 962
Paraguay	0	0	6 037	47	6 794	53	0	0	0	0	27	23	12 859
Pérou	40 358	59	12 299	18	19	ø	269	ø	184	ø	14 777	56	67 906
Vénézuela	19 602	43	15 465	34	222	ø	12	ø	0	0	10 390	6	45 691
Amérique du Sud Tropicale	**406 162**	**51**	**272 235**	**34**	**43 304**	**5**	**282**	**ø**	**188**	**ø**	**80 734**	**10**	**802 904**
Total	**450 891**	**49**	**297 929**	**32**	**44 944**	**5**	**1 045**	**ø**	**1 616**	**ø**	**121 691**	**13**	**918 116**
Grand Total	**715 331**	**41**	**591 121**	**33**	**178 579**	**10**	**59 743**	**3**	**8 086**	**0**	**203 438**	**12**	**1 756 298**

Chiffres inférieurs à 0,5 sont indiqués par le signe ø

Tableau 8 *Année: 1990*

Déforestation annuelle durant la période 1981-1990 par formation forestière

Pays	Déforestation annuelle 1981-1990												
	Zone très humide		Zone humide		Zone sèche		Zone très sèche		Zone désertique (chaude/ froide)		Zone de collines et de montagnes		Total forêts
Région:	000 ha	%	000 ha	%	000 ha	%	000 ha	%	000 ha	%	000 ha	%	000 ha
AFRIQUE													
Burkina Faso	0,0	0	15,3	48	11,1	35	5,6	17	0,0	0	0,0	0	31,9
Cap-Vert	0,0	0	0,0	0	0,0	0	ø	100	0,0	0	0,0	0	ø
Tchad	0,0	0	48,2	54	26,1	29	14,2	16	0,0	0	0,0	0	88,5
Gambie	0,0	0	0,6	82	0,1	18	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,8
Guinée Bissau	0,0	0	15,9	100	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	15,9
Mali	0,0	0	37,7	35	40,7	38	27,9	26	0,0	0	0,0	0	106,3
Mauritanie	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Niger	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sénégal	0,0	0	18,1	35	12,9	25	20,8	40	0,0	0	0,0	0	51,8
Afrique de l'Ouest Sahelienne	**0,0**	**0**	**135,8**	**46**	**91,0**	**31**	**68,5**	**23**	**0,0**	**0**	**0,0**	**0**	**295,3**
Djibouti	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ethiopie	0,0	0	0,0	0	5,8	15	12,7	33	1,1	3	19,0	49	38,6
Kenya	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,3	4	0,9	14	5,7	82	6,9
Somalie	0,0	0	0,0	0	0,0	0	2,8	100	0,0	0	0,0	0	2,8
Soudan	0,0	0	213,3	44	175,7	36	81,0	17	0,0	0	11,7	2	481,7
Ouganda	0,0	0	13,8	21	0,0	0	1,6	3	0,6	1	48,4	75	64,5
Afrique de l'Est Sahelienne	**0,0**	**0**	**227,1**	**38**	**181,6**	**31**	**98,4**	**17**	**2,7**	**0**	**84,8**	**14**	**594,5**
Bénin	0,0	0	56,7	81	13,0	19	0,0	0	0,0	0	0,0	0	69,7
Côte d'Ivoire	0,0	0	118,9	100	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,5	0	119,4
Ghana	0,0	0	134,0	98	3,4	2	0,0	0	0,0	0	0,0	0	137,5
Guinée	0,4	0	84,4	98	0,0	0	0,0	0	0,0	0	1,8	2	86,6
Libéria	5,5	22	19,8	78	0,0	0	0,0	0	0,0	0	ø	ø	25,4
Nigéria	7,2	6	101,0	85	6,4	5	1,6	1	0,0	0	2,4	2	118,7
Sierra Leone	4,9	40	7,2	59	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,2	1	12,3
Togo	0,0	0	21,6	99	0,2	1	0,0	0	0,0	0	0,0	0	21,8
Afrique de l'Ouest	**18,1**	**3**	**543,7**	**92**	**23,1**	**4**	**1,6**	**0**	**0,0**	**0**	**4,9**	**1**	**591,3**
Cameroun	36,5	30	66,9	55	5,3	4	0,2	0	0,0	0	13,0	11	122,0
Republique Centrafricaine	0,0	0	123,0	95	2,9	2	0,0	0	0,0	0	3,4	3	129,3
Congo	12,8	40	19,5	60	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	32,3
Guinée Equatoriale	3,3	48	3,6	51	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,1	1	7,0
Gabon	7,4	6	109,0	94	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	116,4
Zaire	361,1	49	300,7	41	0,7	0	0,0	0	ø	ø	69,7	10	732,2
Afrique Centrale	**421,1**	**37**	**622,6**	**55**	**8,9**	**1**	**0,2**	**ø**	**ø**	**ø**	**86,2**	**8**	**1 139,1**
Angola	0,0	0	89,9	52	54,4	31	5,7	3	0,0	0	23,8	14	173,8
Botswana	0,0	0	0,0	0	15,8	21	58,3	76	2,7	4	0,0	0	76,9
Burundi	0,0	0	0,4	26	0,0	0	0,0	0	0,0	0	1,0	74	1,4
Malawi	0,0	0	45,0	86	2,5	5	0,0	0	0,0	0	4,9	9	52,5
Mozambique	0,0	0	62,0	46	71,8	53	1,4	1	0,0	0	0,1	0	135,3
Namibie	0,0	0	0,0	0	8,6	20	27,4	64	7,0	16	0,0	0	43,1
Rwanda	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,4	100	0,4
Tanzanie	0,0	0	227,8	52	130,3	30	41,2	9	0,1	ø	38,8	9	438,2
Zambie	0,0	0	254,5	70	106,0	29	0,0	0	0,0	0	2,4	1	362,9
Zimbabwe	0,0	0	0,0	0	52,9	87	7,5	12	0,0	0	0,5	1	60,9
Afrique du Sud Tropicale	**0,0**	**0**	**679,7**	**51**	**442,5**	**33**	**141,4**	**11**	**9,9**	**1**	**72,0**	**5**	**1 345,4**
Madagascar	27,4	20	41,4	31	20,5	15	6,5	5	0,0	0	38,9	29	134,7
Afrique Insulaire	**27,4**	**20**	**41,4**	**31**	**20,5**	**15**	**6,5**	**5**	**0,0**	**0**	**38,9**	**29**	**134,7**
Total	**466,6**	**11**	**2 250,3**	**55**	**767,6**	**19**	**316,5**	**8**	**12,5**	**0**	**286,7**	**7**	**4 100,3**

Tableau 8 *Année: 1990*

Déforestation annuelle durant la période 1981-1990 par formation forestière

Pays	Déforestation annuelle 1981-1990												
	Zone très humide		Zone humide		Zone sèche		Zone très sèche		Zone désertique (chaude/ froide)		Zone de collines et de montagnes		Total forêts
Région:	*000 ha*	%	*000 ha*	%	*000 ha*	%	*000 ha*	%	*000 ha*	%	*000 ha*	%	*000 ha*
ASIE ET PACIFIQUE													
Bangladesh	32,3	86	5,2	14	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	37,6
Bhoutan	1,0	6	0,0	0	0,0	0	0,0	0	2,4	14	13,1	79	16,4
Inde	49,5	15	37,8	11	214,1	63	0,0	0	2,1	1	35,5	10	339,0
Népal	3,9	7	8,3	15	0,2	0	0,0	0	9,1	17	33,0	61	54,5
Pakistan	0,0	0	0,5	1	0,2	0	1,5	2	15,7	20	58,8	77	76,7
Sri Lanka	1,6	6	10,1	37	15,2	56	0,0	0	0,0	0	ø	0	26,9
Asie du Sud	**88,4**	**16**	**61,8**	**11**	**229,7**	**42**	**1,5**	**0**	**29,2**	**5**	**140,4**	**25**	**551,1**
Cambodge	18,4	14	39,3	30	73,6	56	0,0	0	0,0	0	0,2	0	131,4
Laos	39,6	31	42,7	33	20,6	16	0,0	0	0,0	0	26,5	20	129,4
Myanmar	161,6	40	169,7	42	4,2	1	0,0	0	0,3	0	64,7	16	400,6
Thaïlande	150,8	29	195,8	38	122,3	24	0,0	0	0,0	0	46,3	9	515,3
Viêt Nam	47,7	35	55,7	41	15,7	11	0,0	0	0,0	0	17,9	13	137,0
Asie du Sud-Est	**418,1**	**32**	**503,2**	**38**	**236,5**	**18**	**0,0**	**0**	**0,3**	**ø**	**155,6**	**12**	**1 313,7**
Brunei	1,8	100	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	1,8
Indonésie	1 026,2	85	37,6	3	0,7	0	0,0	0	0,3	ø	147,3	12	1 212,0
Malaisie	368,9	93	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	27,3	7	396,3
Philippines	239,6	76	76,4	24	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	316,0
Singapour	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Asie insulaire du Sud-Est	**1 636,5**	**85**	**114,0**	**6**	**0,7**	**ø**	**0,0**	**0**	**0,3**	**ø**	**174,6**	**9**	**1 926,1**
Papouasie Nouvelle-Guinée	92,1	81	2,2	2	1,3	1	0,0	0	0,6	1	16,9	15	113,0
Pacifique	**92,1**	**81**	**2,2**	**2**	**1,3**	**1**	**0,0**	**0**	**0,6**	**1**	**16,9**	**15**	**113,0**
Total	**2 235,1**	**57**	**681,2**	**17**	**468,2**	**12**	**1,5**	**ø**	**30,4**	**1**	**487,5**	**12**	**3 904,0**

Tableau 8 *Année: 1990*

Déforestation annuelle durant la période 1981-1990 par formation forestière

Pays	Déforestation annuelle 1981-1990												
	Zone très humide		Zone humide		Zone sèche		Zone très sèche		Zone désertique (chaude/ froide)		Zone de collines et de montagnes		Total forêts
Région:	000 ha	%	000 ha	%	000 ha	%	000 ha	%	000 ha	%	000 ha	%	000 ha
AMÉRIQUE LATINE ET CARAÏBES													
Costa Rica	21,7	44	ø	ø	0,0	0	0,0	0	0,0	0	27,9	56	49,6
El Salvador	0,8	26	0,3	10	0,0	0	0,0	0	0,0	0	2,0	64	3,1
Guatémala	39,2	48	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	42,1	52	81,3
Honduras	31,2	28	10,6	9	0,0	0	0,0	0	0,0	0	69,8	63	111,6
Mexique	27,7	4	198,1	29	29,6	4	16,3	2	34,5	5	371,9	55	678,0
Nicaragua	76,6	62	7,2	6	0,0	0	0,0	0	0,0	0	40,3	32	124,0
Panama	33,5	52	0,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	30,8	48	64,4
Amérique Centrale	**230,6**	**21**	**216,3**	**19**	**29,6**	**3**	**16,3**	**1**	**34,5**	**3**	**584,7**	**53**	**1 111,9**
Antigua-et-Barbuda	0,0	0	ø	100	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	ø
Bahamas	0,0	0	3,0	67	1,1	25	0,1	2	0,1	2	0,2	3	4,5
Bélize	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	5,0	100	5,0
Cuba	1,1	7	12,6	73	ø	0	0,0	0	0,0	0	3,6	21	17,3
Dominique	0,3	100	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,3
République Dominicaine	11,1	32	8,9	25	0,0	0	0,0	0	0,0	0	15,1	43	35,1
Guyane Française	0,3	100	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,3
Grenade	0,0	0	-0,2	100	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	-0,2
Guadeloupe	0,3	100	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,3
Guyane	0,0	0	18,0	100	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	18,0
Haïti	0,3	19	0,6	38	ø	0	0,0	0	0,0	0	0,6	43	1,5
Jamaïque	13,7	51	12,7	47	ø	ø	0,0	0	0,0	0	0,4	1	26,8
Martinique	0,2	100	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,2
Porto Rico	-0,7	15	-2,0	47	0,0	0	0,0	0	0,0	0	-1,6	38	-4,2
St Kitts et Nevis	0,0	0	-0,0	100	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	-0,0
St Lucie	0,3	100	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,3
St Vincent	0,2	98	ø	2	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,3
Surinam	0,0	0	12,7	100	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	12,7
Trinite-et-Tobago	3,7	100	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	3,7
Sous-Région Caraïbes	**30,9**	**25**	**66,3**	**54**	**1,2**	**1**	**0,1**	**0**	**0,1**	**0**	**23,2**	**19**	**121,8**
Bolivie	0,0	0	441,1	71	91,6	15	0,0	0	0,1	ø	92,0	15	624,7
Brésil	1 012,6	28	1 705,9	46	312,6	9	0,0	0	0,0	0	639,9	17	3 670,9
Colombie	222,7	61	95,2	26	0,4	0	0,0	0	0,0	0	48,7	13	367,0
Equateur	142,3	60	33,2	14	0,9	0	0,0	0	ø	ø	61,7	26	238,0
Paraguay	0,0	0	248,7	62	151,1	38	0,0	0	0,0	0	2,7	1	402,5
Pérou	114,3	42	38,1	14	0,4	0	7,0	3	4,7	2	106,8	39	271,2
Vénézuela	147,2	25	337,2	56	10,5	2	0,4	0	0,0	0	103,7	17	599,0
Amérique du Sud Tropicale	**1 639,1**	**27**	**2 899,4**	**47**	**567,5**	**9**	**7,4**	**0**	**4,8**	**0**	**1 055,3**	**17**	**6 173,4**
Total	**1 900,6**	**26**	**3 181,9**	**43**	**598,3**	**8**	**23,8**	**0**	**39,4**	**1**	**1 663,2**	**22**	**7 407,2**
Grand Total	**4 602,3**	**30**	**6 113,4**	**40**	**1 834,1**	**12**	**341,9**	**2**	**82,3**	**1**	**2 437,4**	**16**	**15 411,4**

Chiffres inférieurs à 0,5 sont indiqués par le signe ø

Annexe 2

RÉSUMÉ DES RAPPORTS TECHNIQUES ET DES DOCUMENTS DE TERRAIN IMPORTANTS

SUR LESQUELS ONT ÉTÉ FONDÉES LES CONCLUSIONS ET LES RECOMMANDATIONS

1. APERÇU GENERAL DU PROJET - *Documents de caractère général concernant le Projet*

Report on the Expert Consultation (mai 1990) - Projet FRA 1990

Ce rapport contient une étude de la méthodologie du Projet par les experts et leurs recommandations, l'accent étant mis sur le concept d'inventaire forestier continu et l'expansion des activités du Projet liées à la fonction écologique des forêts.

Problems Associated with Estimations of Deforestation and Proposed Methodology for the Project-Document de base 1 (mai 1990) - Projet FRA 1990

Ce bref rapport analyse les problèmes que comporte l'évaluation de la déforestation sur la base des données existantes et souligne la nécessité d'un suivi continu des forêts à l'aide de la télédétection.

Report of the In-depth Review of the Forest Resources Assessment 1990 Project (avril 1992, en anglais et français) - Rapport de mission

Ce rapport contient une analyse critique des performances du Projet couvrant l'ensemble des objectifs, activités et résultats du suivi du Projet.

2. PHASE I - *Technique de modélisation*

2.1 Compilation des informations existantes

Guidelines for Assessment based on Existing Survey Data (juillet 1991, en anglais, français, espagnol) - Projet FRA 1990

Ces directives contiennent une définition des données et leur classification ainsi que des instructions pour la collecte et la codification des données sous un format tabulé.

2.2 Traitement des données

Forest Resource Information System (FORIS) User Guide

Guide to GIS Databases of the Forest Resources Assessment 1990 Project (juin 1991) - Projet FRA 1990

Les publications ci-dessus donnent un aperçu général de toutes les bases de données du Projet, tant statistiques que spatiales.

2.3 Modélisation

Estimating and Projecting Forest Area at Global and Local Level: a step forward (November 1990) R. Scotti, Projet FRA 1990

Il s'agit d'un important rapport contenant une analyse en profondeur du modèle du Projet.

3. PHASE II - *Evaluation des ressources forestières fondée sur la télédétection*

3.1 Application des techniques de télédétection

Methods and Procedures for Assessment of Tropical Forest Area and Change using High Resolution Satellite Data (octobre 1990) - Projet FRA 1990

Ce document a été le premier à donner une vue d'ensemble des problèmes que comporte la conception des activités du Projet liées à la télédétection et à suggérer une approche.

Procedure for Interpretation and Compilation of High Resolution Satellite Data for Assessment of Forest Cover State and Change (octobre 1991) R. Drigo, FRA 1990 Project (en anglais, français et espagnol)

Il s'agit d'un document fondamental contenant des conseils détaillés sur la technique de télédétection utilisée par le Projet.

3.2 Plan d'échantillonnage

The Sample Survey Design (avril 1991) - Projet FRA 1990

Cette publication contient une description du plan d'échantillonnage fondé sur la télédétection et des estimations quantitatives des erreurs d'échantillonnage.

Evaluation of the Sample Survey Design of the Forest Resources Assessment 1990 Project (mars 1992), Prof. D.R. Pelz, Université de Fribourg-en-Brisgau, Allemagne.

Cette évaluation du plan d'échantillonnage du Projet a été faite par le groupe de la biométrie de l'Union internationale des instituts de recherches forestières et contient des commentaires particulièrement intéressants.

Recommended Procedures for Analysis of Multi-date Remote Sensing Data of FRA 1990 Project (1992), Ranneby, Collège royal de foresterie, Suède

Ce document présente des formules statistiques pour l'analyse des résultats de télédétection du Projet.

4. ETUDES SPECIALES ET APPLICATION SIG

Assessment of Tropical Forest Plantation Resource (mai 1992), D. Pandey, Université suédoise des sciences agronomiques, Suède

Ce document présente les conclusions de l'étude des plantations sous les tropiques.

Assessing the Conservation Status of the World's Tropical Forest (juin 1992), contribution au Projet FRA 1990 du Centre mondial de surveillance de la conservation, Royaume-Uni

Cette étude présente une évaluation des aires de conservation sous les tropiques.

Status of Plant and Animal Inventories for Protected Areas in the Tropics (mai 1992), Centre mondial de surveillance de la conservation, Royaume-Uni

Cette étude décrit l'état actuel des inventaires des zones protégées et montre que très peu nombreuses sont celles qui ont fait l'objet d'une recherche sur la diversité des espèces.

Annexe 3

EQUIPE CHARGÉE DU PROJET

	Poste	Durée (mois)
PERSONNEL DUCADRE ORGANIQUE		
K.D. Singh	Coordonnateur du projet	42
H. Fischer	Cadre associé/Chargé de projet (évaluation des ressources forestières/biométrie)	36
M. Larsson	Cadre associé en Thaïlande(évaluation des ressources forestières)	30
A. Hildeman	Cadre associé (évaluation des ressources forestières)	27
D. DeCoursey	Cadre associé (SIG)	24
S. Vanhaeverbeke	Cadre associé au Pérou (télédétection)	14
M. Lorenzini	Chargé de projet (SIG)	27
H. Simons	Cadre associé (télédétection)	17
J. Klaver	Chargé de projet au Brésil (évaluation des ressources forestières)	12
P. Howard	Chargé de projet (SIG)	2
F. Borry	Cadre associé (évaluation des ressources forestières)	4
PERSONNEL DE SOUTIEN		
Y. Caccia-Lupu	Commis d'administration	30
P. Schiro	Secrétaire	3
P. Simonetti	Secrétaire	22
R. Nasoni-Cianchi	Opératrice de saisie de données/secrétaire	12
PRINCIPAUX CONSULTANTS		
R. Drigo	Télédétection	36
A. Marzoli	Traitement de données	36
G. Mu'Ammar	SIG/traitement de données	9
D. Piaggesi	Evaluation des ressources forestières	6
AUTRES CONSULTANTS		
W. Anthony	Formulation du projet - suivi	2
V.J. LaBau	Rapporteur/inventaire forestier	2
R. Czaplewski	Statistiques	2
K. Waddell	Traitement de données	2
M. Connelly	Traitement de données	2
J. Spencer	Evaluation des ressources	2
W. Disbrow	Evaluation des ressources	2
C. Fayad	Formation à la télédétection	2
J. Uhlig	Traitement de données	4
APPUI TECHNIQUE		
K. Janz	Forestier principal (évaluation et surveillance des ressources)	

Annexe 4

RÉSEAU DU PROJET

Le réseau du Projet était constitué i) d'institutions coopérantes et de personnes ayant apporté une contribution, ii) de centres pilotes de télédétection, et iii) de correspondants nommés par les pays sous évaluation pour assurer un contact direct pour l'échange d'informations.

LISTE DES INSTITUTIONS ET DES PERSONNES AYANT COLLABORÉ AU PROJET

Modélisation de la déforestation

Dr. R. Scotti, Faculté de Foresterie, Université de Florence, Italie
Dr. O. Lindgren, Suède

Système de gestion de bases de données *(compilation des données spatiales/statistiques existantes)*

Dr. F. Blasco and Ms. E. Janodet, Institut de la Carte Internationale de la Végétation, France
M. R.M. Keogh, Coillte, Ireland (Assessment of Caribbean National Forests and Plantations)
Dr. D. Benessalah, Maroc
M. H.C. Thang, Ministère des forêts, Malaisie (Evaluation de l'Asie du Sud-Est)
M. Pandey, Ministry of Forests and Environment, Inde (Evaluation des plantations)
M. D. Piaggesi, Italie (Evaluation du Sahel oriental)
M. V. Sosa Cedillo, Inventario Nacional Forestal de Mexico, Mexique
M. W. Ojeda, Consultant, Pérou
M. S. Oliveira Almeida, IBAMA, Brésil
Dr. C. Klein, Université de Fribourg-en-Brisgau, Allemagne

Télédétection

M. C. Justice, NASA Goddard Space Flight Center, Etats-Unis
Forest Survey of India, Inde
National Forest Inventory, Indonésie
Istituto Agronomico per l'Oltremare, Italie
Programme des Nations Unies pour l'environnement-GRID, Kenya, Suisse, Thaïlande
Swedish Space Corporation, Suède
Royal Forestry Department, Forest Management Division, Thaïlande
State Forest Committee (Lesprojekt), URSS
Université de Joensuu, Finlande
M. R. Baltaxe (fonctionnaire à la retraite de la FAO)
Dr. U. Héllden, Department of Physical Geography, Université de Lund, Suède

Earth Observation Satellite Co., Etats-Unis)
USGS EROS Data Center, Etats-Unis)
National Remote Sensing Agency, Inde) Imagerie
National Receiving Station, Indonésie) satellite
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brésil)

Etudes spéciales, y compris le SIG

Dr. Sandra Brown, Department of Forestry, Université de l'Illinois, Etats-Unis
USDA Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Porto Rico
Centre mondial de surveillance de la conservation, Royaume-Uni
M. M. Comeau, Environment Canada, Canada

Plan d'échantillonnage

Dr. Ray Czaplewski, Service forestier de l'USDA, Etats-Unis

L'équipe de scientifiques énumérés ci-après a procédé à l'examen du plan d'échantillonnage sous les auspices de l'Union internationale des instituts de recherches forestières (IUFRO), Autriche:

Prof. D.R. Pelz, Albert-Ludwigs-Universität, Fribourg-en-Brisgau, Allemagne (Coordonnateur)
Prof. T. Cunia, State University of New York, Etats-Unis
Dr. A. de Gier, International Institute for Aerospace Survey & Earth Sciences, Pays-Bas
Dr. S. Poso, Université d'Helsinki, Finlande
Dr. G. Preto, Istituto Sperimentale Silvicoltura, Italie
Prof. B. Ranneby, Swedish University of Agricultural Sciences (SUAS), Suède
Prof. K. Rennolls, Thames Polytechnic, Royaume-Uni
Dr. P. Schmid-Haas, Inventaire Forestier National, Suisse
Dr. C.T. Scott, Service forestier de l'USDA, Etats-Unis

CENTRES PILOTES DE TÉLÉDÉTECTION:

IBAMA, Brésil
Subsecretario Forestal y Regulación de Uso del Suelo, Mexique
Service Permanent d'Inventaire et d'Aménagement forestier, Zaïre
National Forest Service, Forest Management Unit (FORMECU), Nigéria
Royal Forestry Department, Thaïlande
National Forest Inventory Project, Indonésie
Forest Survey of India, Inde

PARTICIPANTS À LA CONSULTATION D'EXPERTS (Mai 1990):

M. Jan W. Van Roessel, Eros Data Center, Etats-Unis
M. Jean Paul Malingreau, Centre commun de recherche de la CEE, Italie
M. P.R.O. Kio, Forest Research Institute of Nigeria, Nigeria
M. Aarne Nyyssonen, Université d'Helsinki, Finlande
M. H. Kenneweg, Technische Universität Berlin, Allemagne

M. H. Croze, UNEP-GRID, Nairobi
M. Norman Myers, Oxford, Royaume-Uni (examen de la Consultation d'experts)
M. Alan Grainger, University of Salford, Salford, Royaume-Uni
M. George M. Woodwell, The Woods Hole Research Center, Etats-Unis
M. Klankamsorn Boonchana, Royal Forestry Department, Thaïlande
M. L. Sayn Wittgenstein, Canada Center for Remote Sensing, Canada
M. Vernon J. La Bau, Pacific Northwest Experiment Station, Alaska, Etats-Unis

MEMBRES DE LA MISSION D'EXAMEN EN PROFONDEUR (Avril 1992):

M. Derk de Groot, Ministry of Agriculture, Nature Management & Fisheries, Pays-Bas
Dr. Paul C. Van Deusen, Southern Forest Experiment Station, Etats-Unis
Dr. Ashbindu Singh, United Nations Environment Programme - GRID, Kenya
Dr. Nils Erik Nilsson, National Board of Forestry, Suède
Dr. Michel Deshayes, Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, France
M. Paul Howard (rapporteur), Service forestier de l'USDA, Etats-Unis

Annexe 5

CORRESPONDANTS PAR PAYS

Pays	Langue	Correspondant
AFRIQUE		
Bénin	Français	M. Vincent Joseph Mama Directeur du Centre National de Télédéction et de Surveillance du Couvert Forestier (CENATEL) Direction des Eaux-Forêts & Chasse Ministère de Développement Rural et de l'Action Coopérative B.P. 393 Cotonou, BENIN
Botswana	Anglais	Mr. F.S. Alidi Senior Forestry Officer Department of Crop Production and Forestry Ministry of Agriculture Private Bag 003 Gaborone, BOTSWANA
Burkina Faso	Français	M. Adama Diallo Ingénieur des Eaux et Forêts Ministère de l'Environnement et du Tourisme B.P. 7044 Ouagadougou, BURKINA FASO
Burundi	Français	M. Jean Ntiranyibagira Ingénieur Forestier Direction Générale de l'Aménagement du Territoire, des Eaux et Forêts Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage B.P. 631 Bujumbura, BURUNDI
Cameroun	Français	M. Dieudonné Tolo Nguélé Direction des Forêts Ministère de l'Agriculture B.P. 194 Yaoundé, CAMEROUN
Tchad	Français	M. Rombon Ougabet Ingénieur des Eaux et Forêts Direction des Forêts et de la Protection de l'Environnement Ministère du Tourisme et de l'Environnement B.P. 447 N'Djaména, TCHAD

Pays	Langue	Correspondant
Congo	Français	M. Pierre Sengolt Ingénieur d'Etat des Eaux et Forêts Ministère de l'Economie Forestière B.P. 98 Brazzaville REPUBLIQUE POPULAIRE DU CONGO
Côte d'Ivoire	Français	M. Kouamé Martial Me Ingénieur Forestier Chef du département de cartographie SODEFOR 01 B.P. 3770 Abidjan 01, COTE D'IVOIRE
Guinée	Français	M. Thierno Daouda Diallo Ingénieur des Eaux et Forêts Chef de la Section Inventaire des Forêts et Classement Direction Nationale des Forêts et Chasse B.P. 624 Conakry, GUINEE
Kenya	Anglais	Mr. George Ochieng Chief, Project Development & Monitoring Division Forest Department Ministry of Environment and Natural Resources P.O Box 30513 Nairobi, KENYA
Mali	Français	M. Yacouba Doumbia Chef Projet Inventaire des Ressources Direction Nationale des Eaux et Forêts Ministère de l'Environnement et de l'Elevage B.P. 275 Bamako, MALI
Maurice	Anglais	Mr. A.W. Owadally Conservator of Forests Ministry of Agriculture, Fisheries & Natural Resources Forestry Service Curepipe, MAURITIUS
Mozambique	Anglais	Mr. Castelo Banze National Director for Forestry and Wildlife C.P. 3652 Praça dos Herois Mocambicanos Maputo, MOZAMBIQUE
Sénégal	Français	M. Souleymane Gueye Direction des Eaux, Forêts et Chasse Ministère de la Protection de la Nature B.P. 1831 Dakar-Hann SENEGAL

Pays	Langue	Correspondant
Sierra Leone	Anglais	Mr. P.D. Palmer Deputy Chief Conservator of Forests Ministry of Agriculture Natural Resources and Forestry Tower Hill Freetown, SIERRA LEONE
Ouganda	Anglais	Mr. J. Tindyebwa Senior Forest Officer Biometric Section of Forest Department P.O. Box 1752 Kampala, UGANDA
Zambie	Anglais	Mr. Moses Chakanga Forest Resource Officer Forest Management Division Forest Department P.O. Box 70228 Ndola, ZAMBIA
ASIE		
Brunéi	Anglais	Mr. Saidin Bin Salleh Forest Office, Forestry Department Headquarters Ministry of Industry and Primary Resources Bandar Seri Begawan 2067, BRUNEI
Bhoutan	Anglais	Divisional Forest Officer Forest Management Thimphu, BHUTAN
Inde	Anglais	Mr. J. Singh Director Forest Survey of India 25 Subhash Road Dehradun, INDIA
Laos	Français	M. Khamphay Manivong Directeur Surveillance des Ressources Forestières
Malaisie	Anglais	Mr. Thang Hooi Chiew Director Forestry Management, Forestry Department Jalan Mahameru 50660, Kuala Lumpur, MALAYSIA
Myanmar	Anglais	U Soe Kyi Director, Planning & Statistics Section Forest Department 25-26 Randeria Building 62 Phayre Street Yangon, UNION OF MYANMAR

Pays	Langue	Correspondant
Népal	Anglais	Mr. M.D. Rajbhandari Forest Survey and Statistical Division Ministry of Forests and Soil Conservation Babar Mahan Kathmandu, NEPAL
Pakistan	Anglais	Inspector General of Forests/Additional Secretary Ministry of Food, Agriculture and Cooperatives Islamabad, PAKISTAN
Papouasie-Nouvelle-Guinée	Anglais	M. Komtagarea Secretary, Department of Forests P.O. Box 5055 Boroko, PAPUA NEW GUINEA
Philippines	Anglais	Napoleon B. Dalangin Chief, Inventory Section Natural Forest Management Division Forest Management Bureau Visayas Avenue, Diliman Quezon City, PHILIPPINES
Sri Lanka	Anglais	Mr. S. Sahajananthan Deputy Conservator of Forests Forest Department Rajamalwatta Road Battaramulla, SRI LANKA
AMERIQUE LATINE		
Belize	Anglais	Mr. O. Rosado Chief Forest Officer, Forestry Office of the Deputy Prime Minister and Ministry of Industry and Natural Resources Belmopan, BELIZE
Bolivie	Espagnol	Ing. Gerónimo Grimáldez C. Centro de Desarrollo Forestal Av. Camacho 1471 6to. piso Casilla de Correo No. 20398 La Paz, BOLIVIA
Brésil	Espagnol	Dr. Sergio Alberto de Oliveira Almeida Centro de Sensoriamento Remoto IBAMA-PMCFB SAIN Av - L4 Norte 70.800 Brasilia, D.F., BRAZIL
Colombie	Espagnol	Ing. Edgar Otavo Rodríguez INDERENA Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente Apartado Aéreo 13458 Bogotá, COLOMBIA

Pays	Langue	Correspondant
Costa Rica	Espagnol	Snr. José Luís Salas Zúñiga Ministerio de Recursos Naturales y Minas Dirección General Forestal A.P. 8-5810-1000 San José, COSTA RICA
République dominicaine	Espagnol	Ing. Rafael E. Fajardo King Calle 38# 19 Cerros de Buenavista Villa Mella REPUBLICA DOMINICANA
Equateur	Espagnol	Ing. Guillermo Ortiz P. Jefe de Programación y Evaluación Subsecretaría Forestal y de Recursos Naturales Renovables Ministerio de Agricultura y Ganadería Avs Eloy Alfaro y Amazonas, 8° piso Quito, ECUADOR
El Salvador	Espagnol	Ing. Santiago Milian Morataya Representante Nacional de El Salvador Jefe del Departamento de Fomento Forestal y de Fauna Ministerio de Agricultura y Ganadería Apartado Postal 2265 Cantón El Matasano Soyapango, EL SALVADOR
Guatemala	Espagnol	Ing. Artemio Ramirez Ramirez Encargado de Proyecto Bosques Communales 7a, Avenida No. 680 Zona 13 Guatemala, GUATEMALA
Honduras	Espagnol	Ing. José Crostobal Vasquez Representante Nacional de Honduras Jefe de la Sección Inventario Forestal Nacional Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal Col. de Carrizal Apartado Postal 1378, Tegucigalpa Distrito Central, HONDURAS
Mexique	Espagnol	Ing. J.J. Reyes Rodriguez Director del Inventario Nacional Forestal y Regulación de Uso del Suelo Secretaría de Agricultura y Recursos Hidraúlicos Progreso No. 5 04100 México, D.F., MEXICO
Nicaragua	Espagnol	Ing. Juan Francisco Delgadillo Representante Nacional de Nicaragua Jefe del Departamento de Inventario Forestal Dirección General de Recursos Naturales y del Ambiente Apartado 1631, 12 km Carretera Norte Managua, NICARAGUA

Pays	Langue	Correspondant
Panama	Espagnol	Carlos Vargas Lombardo Paraiso con Regimiento Ancón Apartadi 2016 Panamá, PANAMA
Paraguay	Espagnol	Ing. Facundo Salomon Recalde Ramos Ministerio de Agricultura Ganadería Sub-secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente Tacuary 443 Asunción, PARAGUAY
Pérou	Espagnol	Ing. Rodolfo Taboada L. Director de Manejo Forestal y Reforestación Dirección
Porto Rico	Espagnol	Dr. Ariel Lugo USDA Forest Service Southern Forest Experiment Station Call Box 25000 Rio Piedras PUERTO RICO 00928-2500
Sainte-Lucie	Anglais	Mr. Brian James Chief Forest Officer, Forest Division Ministry of Agriculture, Lands, Fisheries and Co-operatives Castries Saint Lucia, WEST INDIES
Suriname	Anglais	Mr. Dennis Lemen Forestry Inventory Specialist Planning Division Suriname Forest Service Ministry of Natural Resources P.O. Box 856 Paramaribo, SURINAME
Trinité-et-Tobago	Anglais	Mr. Sheriff Faizool Deputy Director of Forestry Forest Resources, Inventory & Management Utilization and Research Branch The Forest Division Port-of-Spain, TRINITE ET TOBAGO
Venezuela	Espagnol	Omar Carrero Niño Director General Sectorial SEFORVEN, Servicio Forestal Venezolano Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables Torre Sur C.S. Piso 22 El Silencio Caracas, VENEZUELA